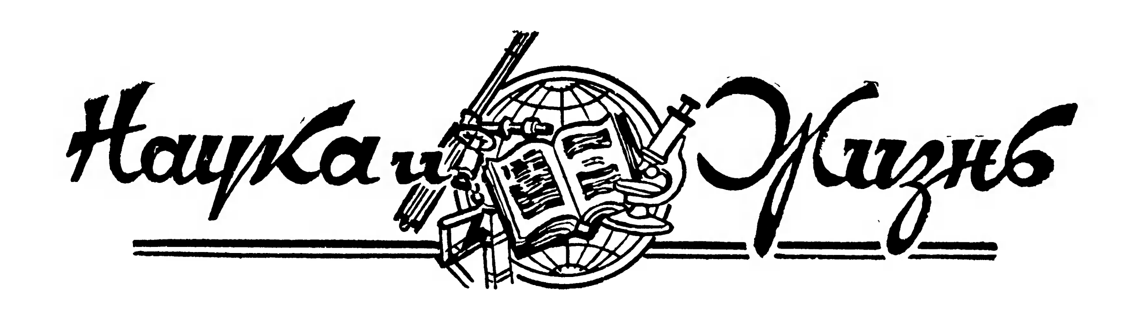


Журнал для самообразования

Содержание





Великая армия великого народа

Чл.-корр. АН СССР Н. Л. Мещеряков

Когда подводишь мысленно итоги всему тому великому, что было создано в нашей стране за короткое историческое время Советской власти — ведь двадцать четыре года — это один короткий миг в ходе истории, — всегда затрудняешься, как расположить все сделанное за это время в порядке важности. Выработка, установление и укрепление совершенно новой в истории человечества Советской власти, обеспечивающей уничтожение всякой эксплоатации одного класса другим и делающей весь трудовой народ полным хозяином жизни и общественных отношений. Гениальное решение национального вопроса, уничтожающее угнетение одной национальности другою и превращающее все население нашей страны в дружную семью народов. Обобществление средств производства и создание могучей промышленности, подводящее солидную базу под социалистический строй и вооружающее нашу Красную Армию. Национализация земли и коллективизация сельского хозяйства, обеспечивающие в близком будущем богатство всей страны и благосостояние колхозников. Создание могучей Красной Армии, обеспечивающей свободу и счастье всех народов нашей страны и прочность всего, что нами было завоевано. Создание могучей партии — ВКП(б), которая сумела и нашла в себе силы произвести всю эту гигантскую историческую работу. Вот главнейшее (а я перечислил далеко не все из этого „главнейшего"), что было сделано в нашей великой стране за короткий исторический срок в 24 года.

Во всяком случае, создание нашей великой Красной Армии занимает одно из первых мест в этом ряду великих исторических деяний.

Мы видим теперь героический характер нашей Красной Армии, видим ее великие подвиги; видим, как под могучими ударами ее рассыпаются и бегут „непобедимые" до сих пор полчища германских и иных фашистов. Что же дало нашей Красной Армии эту могучую силу? Что вдохнуло в ряды ее бойцов то бесстрашие, то упорство в борьбе, тот героизм, которые проникают ее сверху донизу, от первого до последнего бойца? Чтобы отдать себе в этом отчет, нужно вспомнить, хотя бы коротко, историю возникновения и развития Красной Армии, вспомнить, кто был ее вдохновителем и учителем, чьими трудами и заботами она была создана и воспитана, какие задачи были поставлены перед ней с первого дня ее возникновения и какие заветы она призвана выполнить.

Родилась наша Красная Армия в процессе борьбы против хищнического империализма

и притом против худшего вида его — германского грабительского, разбойничьего империализма. Днем создания ее считается 23 февраля 1918 г., но, если даже не говорить о ее предшественнице Красной Гвардии, — строительство Красной Армии началось раньше. Уже 28 января 1918 г. был выпущен за подписью Ленина декрет о создании добровольческой Красной Армии. Очень скоро принцип добровольчества был отменен: 22 апреля 1918 г. был принят закон о всеобщем военном обучении трудящихся, а 10 июля 1918 г. Всероссийский съезд советов принял закон о введении всеобщей воинской повинности трудящихся.

23 февраля 1918 г. под Нарвой и Псковом полки молодой еще Красной Армии дали сильный отпор наступавшим на Петроград германским войскам и приостановили их движение. Этот „день отпора войскам германского империализма — 23 февраля — стал днем рождения молодой Красной Армии" (История ВКП(б), стр. 207).

В истории старой России есть много славных, боевых страниц, которыми гордится наш народ. Это были моменты героической борьбы народа за свою свободу против всяких иностранных поработителей и насильников. В эти периоды моральный уровень нашей армии достигал высокого уровня. Это были справедливые войны. Бойцы защищали свою страну, свою родину, свой народ. И в борьбе своей они обнаружили высокие примеры мужества, героизма, самоотвержения.

Но не было нигде, никогда такого народа, который вел бы всегда только справедливые, оборонительные войны. Вся история человечества была до сих пор картиной насилия одних народов над другими. Войны оборонительные, справедливые сменялись войнами завоевательными. Уже не свободу несла в таком случае армия на своих штыках, а гнет и насилие. Такая война переставала быть справедливой. Армия превращалась в завоевателей, насильников. И моральный уровень такой армии падал. Слепая дисциплина, повиновение приказам начальства сменяли былой энтузиазм, героизм, инициативу бойцов.

4 декабря 1935 г. товарищ Сталин говорил на совещании передовых колхозников и колхозниц Таджикистана, Туркменистана, Узбекистана, Казахстана, Кара-Калпакии с руководителями Партии и Правительства: „В октябре 1917 года, когда у нас развернулась великая пролетарская революция, когда мы свергли царя, помещиков и капиталистов, великий Ленин, наш учитель, наш отец и воспитатель, сказал, что не должно быть отныне ни господствующих, ни подчиненных народов, что народы должны быть равными и свободными. Этим он похоронил в гроб старую, царскую, буржуазную политику и провозгласил новую, большевистскую политику — политику дружбы, политику братства между народами нашей страны".

Наша Красная Армия с момента своего зарождения никогда не была орудием завоевательной, угнетательской политики. Она была создана и существует только для освобождения угнетенных еще недавно народов нашей страны. Итак, первая характерная особенность нашей Красной Армии составляет то, что она была создана не для завоеваний, а для защиты своей страны, своей родины, свободы своего народа. „Первая и основная особенность нашей Красной Армии, — говорил товарищ Сталин на торжественном пленуме Московского Совета, посвященном X годовщине Красной Армии, — состоит в том, что она есть армия освобожденных рабочих и крестьян, она есть армия Октябрьской революции, армия диктатуры пролетариата".

Перед нашей Красной Армией никогда не ставились никакие другие задачи, кроме освободительных. 6 ноября 1941 г. в своем докладе товарищ Сталин категорически заявил об этом. „У нас нет и не может быть таких целей войны, как навязывание своей воли и своего режима славянским и другим порабощенным народам Европы, ждущим от нас помощи. Наша цель состоит в том, чтобы помочь этим народам в их освободительной борьбе против гитлеровской тирании и потом предоставить им вполне свободно устроиться на своей земле так, как они хотят. Никакого вмешательства во внутренние дела других народов!"

А 7 ноября 1941 г. в своей речи на параде Красной Армии товарищ Сталин еще раз подтвердил эти важные задачи.

„Товарищи красноармейцы и краснофлотцы, командиры и политработники, партизаны и партизанки, — сказал он, — на вас смотрит весь мир, как на силу, способную уничтожить грабительские полчища немецких захватчиков. На вас смотрят порабощенные народы Европы, подпавшие под иго немецких захватчиков, как на своих освободителей. Великая освободительная миссия выпала на вашу долю. Будьте же достойными этой миссии! Война, которую вы ведете, есть война освободительная, война справедливая".

Итак, наша Красная Армия, с момента своего возникновения и вплоть до настоящего времени, имела и имеет перед собой только освободительные задачи. Никогда, ни на один момент она не становилась орудием насилия. Высокий моральный уровень, свойственный всегда армиям освободительным, стал прочной традицией Красной Армии. Поэтому и любит так глубоко наш народ свою Красную Армию. „Нигде в мире нет таких любовных и заботливых отношений со стороны народа к армии, как у нас.

У нас армию любят, ее уважают, о ней заботятся" (Сталин). При этом нужно отметить еще одно обстоятельство. Красная Армия не одна борется против фашистских разбойников за свободу и счастье народа. Наряду с ней такую же борьбу ведут славные герои наших партизанских отрядов. Бойцы Красной Армии и партизаны борются плечом к плечу, помогая друг другу. Создается, таким образом, постоянная тесная связь Красной Армии со всем народом. Опираясь на народ, дружно борясь вместе с ним против общего врага, Красная Армия черпает из этого неиссякаемого источника новые силы, новое мужество. Высокий моральный уровень Красной Армии еще более повышается. С другой стороны, и партизаны, чувствуя за собой могучую поддержку Красной Армии, становятся еще более энергичными и героическими в своей борьбе

„Вторая особенность нашей Красной Армии, — говорил товарищ Сталин в речи на пленуме Московского Совета, посвященном X годовщине Красной Армии,—состоит в том что она, наша армия, является армией братства между народами нашей страны, армией освобождения угнетенных народов нашей страны, армией защиты свободы и независимости народов нашей страны".

В Красной Армии есть бойцы — сыны всех народов СССР. Дух братства, царящий между ними, крепкое у всех сознание, что СССР есть их общая родина — мать, что надо всем вместе защищать ее общими, дружными силами — все это держит бойцов Красной Армии на том высоком моральном уровне, который придан ей поставленными перед ней высокими освободительными целями. Вот новый источник отваги, мужества, героизма, самоотвержения, высокой инициативности; которые проявляют бойцы нашей армии. Вот второй источник ее непобедимости.

Наконец, — продолжал в своей речи товарищ Сталин, — сила нашей Красной Армии состоит в том, что она воспитывается в „духе уважения к другим народам, в духе любви и уважения к рабочим всех стран, в духе сохранения и утверждения мира между странами".

И трудящиеся всего мира видят эту особенность Красной Армии. Они видят в Красной Армии ту силу, которая поможет им свергнуть иго фашизма. Эта любовь трудящихся и угнетенных всего мира создает вокруг Красной Армии ту атмосферу симпатии, которая удесятеряет силы наших бойцов и толкает их на новые геройские подвиги.

Наша Красная Армия была создана трудами и заботами Ленина и товарища Сталина. Их идеи составляют сущность основ миросозерцания нашей армии. Их дух витает над ней. Он вдохновляет ее бойцов на великие подвиги. Он ведет их к конечной победе. Идея защиты своего любимого отечества порождает героев, которые сплачивают, цементируют всю армию в единый монолитный блок. Примеры мужества и самоотверженности отдельных героев увлекают всю массу бойцов и делают героической всю Красную Армию.

Многолетнее воспитание нашей Красной Армии в духе высоких освободительных идей партии Ленина — Сталина, крепко укоренившиеся традиции этих идей создали во всей массе бойцов и командиров нашей многомиллионной Красной Армии такой высокий моральный уровень, такую благоприятную почву для массового проявления героизма, что наиболее яркие примеры отваги, мужества, самоотверженности и героизма отдельных бойцов немедленно встречают широкий массовый отклик. „Героизм одиночек, — говорит передовая статья „Правды" в № 42 от 11 февраля 1942 г., — перерастает в героизм масс. В огне боев родились полки, бригады, дивизии, олицетворяющие массовый героизм".

Крепкая товарищеская поддержка, быстрая помощь друг другу, тесная спаянная работа всех боевых частей — вот что мы видим в Красной Армии, в ее героических боях. Тот же героизм, та же беззаветность в борьбе, та же дружная, не знающая меры и границ поддержка Красной Армии должны быть проявлены и проявляются всем нашим тылом. Героизм бойцов на фронте должен найти горячий отголосок в тылу. Он должен распространиться и на весь тыл. И здесь должен могуче вырасти и развиться „героизм масс" на фронте труда, в деле снабжения и поддержки Красной Армии. И тогда ее удары по фашистским разбойникам станут еще более могучими и сокрушительными, моральное разложение разбойнической фашистской армии пойдет еще быстрее.

Да здравствует наша могучая, славная героическая Красная Армия!

Да здравствует ее творец и гениальный вождь и руководитель товарищ Сталин!

ВОЙНА И СТРАТЕГИЧЕСКОЕ СЫРЬЕ

Проф. А. А. Яковлев

„Война принесла германскому народу большие разочарования, миллионы человеческих жертв, голод, обнищание. Войне не видно конца, а людские резервы на исходе, нефть на исходе, сырье на исходе."

Приказ Народного Комиссара Обороны.
1 мая 1942 г. № 130 г. Москва.

В начале войны академик А. Е. Ферсман опубликовал небольшую научно-популярную брошюру, посвященную важной и интересной теме о роли стратегического сырья в современной войне[1]. Настоящая рецензия ставит своей задачей познакомить читателя с содержанием брошюры А. Е. Ферсмана, придерживаясь в основном принятого автором порядка изложения.

Через всю работу последовательно и убедительно проводится автором основная идея о необходимости мобилизации всех материальных и моральных ресурсов народа для решения главной задачи нашего времени — победы над озверелым гитлеризмом.

Исключительно интересная, весьма актуальная и глубоко-патриотическая работа А. Е. Ферсмана, написанная крупнейшим ученым и талантливым популяризатором, привлекает внимание читателя, прежде всего, простотой и ясностью изложения, новизной и свежестью материала, политической заостренностью, яркими параллелями, интересными примерами, наконец, литературными описаниями, в которых автор проявляет себя как большой мастер художественного слова.

Эта брошюра — начало новой большой научно-исследовательской работы, намечаемой академиком А. Е. Ферсманом, а потому вполне понятен тот интерес и внимание, с которым она была встречена нашей научной общественностью.

Ее с интересом читают сейчас бойцы, командиры и политработники, по ней составляются лекции, делаются доклады, изучаются поставленные автором вопросы.

Зная исключительный интерес советского читателя к научно-популярной литературе, особенно посвященной военной тематике, и тот успех, который имели у читателей предыдущие книги автора: „Занимательная минералогия" и „Воспоминания о камне", можно было заранее быть уверенным, что тираж в 50000 экземпляров явно недостаточен, и, действительно, эта брошюра очень быстро разошлась целиком по необъятным просторам страны и в продаже найти ее сейчас невозможно.

В первых двух очерках брошюры автор интересно и убедительно говорит о роли минерального сырья в войне и уроках первой империалистической войны. Отсюда он переходит к подготовке новой войны, затем идет учет потребностей современной войны в сырье и анализ главнейших видов стратегического сырья, куда прежде всего входят железо, марганец, легирующие металлы[1], алюминий, иод, сера и нефть. Большое внимание уделяет дальше автор борьбе фашистской Германии за сырье и анализу ее ресурсов, противопоставляя ей в следующем очерке обеспеченность стратегическим сырьем и богатства недр Советского Союза. Завершающий очерк книжки посвящен теме: наука и война. Брошюра заканчивается небольшим заключением, подчеркивающим роль бойца великой Красной Армии, „поддерживаемой мужественным, могучим тылом в едином порыве к победе".

Автор начинает свою брошюру с ряда любопытных примеров из первой империалистической войны, иллюстрирующих масштабы, в которых измеряются потребности современных армий в различных видах стратегического сырья.

Под Верденом, например, немцы создали целое новое „месторождение стали", израсходовав около миллиона тонн металла на неудачные атаки французской твердыни. Американцы в одном только сражении у Сен-

---

[1] Акад. А. Е. Ферсман. Война и стратегическое сырье, Госполитиздат, 1941, стр. 64, ц. 40 коп., тираж 50000 экз.

[1] Металлы, добавляемые к стали, для изменения ее свойств — никель, хром, ванадий, вольфрам и др. Так получают сверхтвердые стали, вязкие, самозакаляющиеся и др.

Миеля выпустили снарядов в полтора раза больше, чем было израсходовано русскими армиями за всю русско-японскую войну... Героическая эпопея второй Отечественной войны знает немало советских Верденов и сражений, равных по масштабу битве у Сен-Миеля.

При таких огромных затратах металла и других веществ, непосредственно связанных с войною, в течение прошлой империалистической войны оба противника не раз стояли перед катастрофой: например, годовой запас артиллерийского снаряжения царской армии был израсходован юго-западным фронтом почти что в две недели. Так умели просчитываться не только царские генералы генерального штаба: к концу 1917 г. у французов оставалось ничтожное количество стали, взрывчатые же вещества были израсходованы почти целиком; с другой стороны, у немцев тоже не было никеля, меди, алюминия, а к весне 1918 г. у них не стало резины и бензина.

Уже из этих уроков прошлого видно, какое значение имеет обеспечение стратегическим сырьем нашей родины: исход войны в значительной степени зависит не только от героизма сражающихся армий и талантливости полководцев, но также от запасов стратегического сырья в стране и мощности ее недр.

Однако ошибочно было бы оценивать потребность современной войны в различных видах сырья только на основе этих уроков прошлого. Современные масштабы военных действий, ведущихся на тысячеверстных фронтах, усиление роли мото-механизированных войск и авиации, превратившее современную войну в „войну моторов", а также новые методы ведения войны — „молниеносные" удары, захваты огромных территорий, стирание границ фронта и тыла — все это заставляет пересмотреть в сторону значительного увеличения вопрос о необходимых для ведения войны запасах сырья.

Учет потребностей современной войны в сырье представляет большие трудности, особенно если учесть грандиозные размеры сражений, их длительность по времени и протяженность в пространстве, сражений, равных которым не знает история. Ориентировочно все же можно „прикинуть" годовой расход стратегического сырья, например, для шестимиллионной механизированной и моторизированной армии и небольшого флота. Оказывается, что такой армии железа требуется приблизительно около 30 млн. т в год, угля — 250 млн. т, нефти—25 млн. т, марганцевой руды—2 млн. т и т. д.

При этом необходимо иметь в виду, что для выплавки 30 млн. т металла руды потребуется в 2 — $2^1/_2$ раза больше, т. е. целое довольно крупное месторождение. Потребность в нефти можно сравнить с величиной годовой добычи производящих стран: Румыния, например, при всем напряжении не может дать больше 7—8 млн. т, а Иран 10—11 млн. т.

Помимо таких общеизвестных видов сырья, как железо, уголь, нефть, современная война требует еще бесконечно большое количество разных других видов сырья.

Прекрасную иллюстрацию разнообразия потребностей в стратегическом сырье дает академик А. Е. Ферсман, раскрывая химическое содержание современных боевых действий. Нельзя при этом не отметить здесь замечательное сочетание глубокого научного анализа с литературной формой изложения, которой вообще отличаются работы академика А. Е. Ферсмана.

„Вот идет бой между танковыми частями и бронированными машинами. Качество броневой стали в значительной степени определяет успех боя. Хром и никель, марганец и молибден вызывают устойчивость брони, ванадий и вольфрам, молибден и ниобий входят в состав наиболее ответственных частей машин — осей, передач, гусениц; хромовые краски со свинцом окрашивают машины в защитный цвет; свечи в моторах из чистого бериллия обеспечивают бесперебойность их работы; особое стекло с бором, а в лучших танках поляроидные стекла с соединениями иода позволяют водителю видеть противника, несмотря на ослепительный свет прожекторов и фар. Отдельные, менее ответственные части машин сделаны из дуралюминия и силумина — сплавов алюминия и кремния.

Высокого качества бензин, керосин, легкая нефть, лучшие смазочные масла, получаемые из нефти, определяют жизненность машины и скорость ее движения, а соединения брома улучшают сгорание и частично ослабляют шум моторов.

Около 30 химических элементов участвует в строении броневой машины. Но еще сложнее ее химия. Если мы проанализируем ее вооружение: ртутные запалы, сурьма (металлическая и сернистая) — в шрапнелях и гранатах; свинец, олово, медь и никель—в снарядах, бомбах, патронах и пулеметных лентах; особо хрупкая сталь, готовая к разрыву, сложный ассортимент взрывчатых веществ, получаемых из нефти и угля, как продукты их переработки, — являются новыми соединениями огромной взрывной силы.

В столкновении броневых машин и танков участвуют десятки тысяч тонн металла и различных химических веществ, и руководители боя, танкисты, водители машин в грандиозных масштабах „руководят" химическими реакциями, страшными по своей разрушительной силе, с механическими давлениями, исчисляемыми сотнями тонн давления на единицу поверхности" (17—18 стр.).

„Но вот другая картина... Летит эскадрилья бомбардировщиков и истребителей в темную осеннюю ночь — алюминиевые коршуны весом в несколько тонн из сплавов алюминия, дуралюминия или силумина. За ними — несколько тяжелых машин из специальной стали с хромом и никелем, с прочными спайками из лучшей ниобовой стали; ответственные части моторов — из бериллиевой бронзы, другие части машин — из электрона, особого сплава с легким металлом — магнием. В баках — или особая легкая нефть, или бензин, лучшие, чистейшие марки горючего, с самым высоким октановым числом, ибо оно обеспечивает скорость полета. У штурвала — летчик, вооруженный картой, покрытой листом слюды или специального борного стекла. Ториевые и радиевые светящиеся составы синеватым светом освещают многочисленные счетчики, а внизу, под машиной, — быстро отрываемые движением специального рычага авиационные бомбы из легко разрывающегося металла с детонаторами из гремучей ртути и целые гирлянды зажигательных бомб из металлического порошка алюминия и магния с окисью железа“.

„То приглушая мотор, то вновь запуская его на полный ход... коршуны противника спускают на парашюте осветительные ракеты. Мы видим сначала красновато-желтое пламя медленно спускающегося факела-люстры, — это горит специальный состав из частиц угля, бертолетовой соли и солей кальция. Но свет постепенно делается более ровным, ярким и белым, загорается порошок магния, спрессованный с особыми веществами в ракете, порошок того металлического магния, который мы так часто зажигали для фотографической съемки, иногда с примесью зеленовато-желтых солей бария.

Но уже подготовлена оборона города. На тонких стальных тросах, мешая движениям пикирующих самолетов, колеблются защитные шары, наполненные водородом, — в ответственных частях англичане применяют и примесь газа гелия. Улавливая звуки моторов, особые слухачи при помощи селеновых и цезиевых мембран даже сквозь тучи определяют положение налетевшего коршуна и автоматически выбрасывают по его направлению мигающие желтовато-красные звездочки, то вспыхивающие, то потухающие, с рядом ослепительных составов, в которых соли кальция играют особую роль.

Десятки ярких лучей прожекторов вонзаются на несколько километров во тьму неба. Золото и палладий, серебро и индий — вот те металлы, отблески которых сверкают на пойманных и бьющихся в ослепительных лучах дуралюминиевых вражеских птицах.

Угли электрических ламп прожекторов пропитаны солями 14 редчайших металлов, называемых редкими землями, а англичане приписывают особую интенсивность своих лучей, пронизывающих туманы Лондона, солям тория и циркония и некоторых других специальных металлов.

Но вот к свету ослепительной люстры, подвешенной на парашюте, присоединяется дымовая завеса. Совершая восьмерки над освещенным районом и выбрав место удара, самолет противника из особого снаряда выпускает ленту дымовой завесы — из солей титана или олова, намечая для бомбардировщиков район пикировки.

Но уже брошены против ослепительного света магниевых люстр тысячи красных и красно-желтых ракет (трассирующих пуль) — защитников города. Их ослепительные вспышки мешают летчику разобраться в обстановке, и в лучах солей кальция и стронция он теряет ориентировку, ослепляется поймавшими его лучами прожекторов и бросает бомбы куда придется“. (19—20 стр.)

„Свыше 46 элементов участвует в воздушном бою — больше, чем половина всей Менделеевской таблицы“. (21 стр.).

Из этой картины боя видно, какое значительное количество химических элементов входит в понятие стратегическое сырье: из 90 известных нам химических элементов только 14 наиболее редких в природе не представляют пока практического интереса для войны.

Уроки первой империалистической войны были, конечно, учтены при подготовке к новой всемирной войне. Несмотря на глубокую тайну, которой была окружена эта подготовка, вопросы стратегического сырья получили известное освещение в специальной научной литературе. Особенный интерес в этом отношении представляет работа германского экономиста-геолога Фриденбурга, который откровенно высказывается за необходимость захвата румынской нефти, венгерских бокситов[1] и югославской меди. В различных странах возникают специальные органы, широко изучающие сложный комплекс вопросов, связанных с стратегическим сырьем.

На каких же объектах необходимо фиксировать внимание правительств, чтобы страна была готова к нападению (агрессии) или обороне? Американские авторы, например, отмечают 25 видов такого стратегического сырья, подразделяемого ими почти поровну на металлические и неметаллические объекты. Английские авторы учитывают прежде всего географию стратегического сырья — местное и привозное — и, особенно, его тоннаж. Даже при наличии жестокой подводной войны не так уже трудно привезти дефицитное сырье, потребность в котором определяется в несколько тысяч тонн, как например, вольфрам. Значительно труднее обеспечить страну таким сырьем, которое тре-

---

[1] Боксит — ценная алюминиевая руда.

буется в количестве сотен тысяч тонн, например, марганцом.

Несмотря на различную постановку сырьевой проблемы в той или иной стране, можно все же отметить некоторое единообразие мероприятий, проводимых в этих странах для обеспечения стратегическим сырьем. Прежде всего в целях обеспечения себя новыми месторождениями стратегического сырья проводятся обширные геолого-разведочные работы, затем, с одной стороны, восстанавливаются заброшенные разработки, с другой, — консервируются „про запас", на случай войны, действующие разработки; наконец, создаются огромные запасы дефицитного сырья. Большое внимание уделяется, кроме того, использованию так называемого вторичного сырья, т. е. предметов, уже бывших в употреблении, особенно относится это к группе цветных и черных металлов (сбор металлического лома, различных бытовых изделий и т. д.). В интересах сохранения остродефицитного сырья широко применяются различные заменители и суррогаты: пластмасса — вместо цветных металлов, алюминий — вместо меди, газогенераторное твердое топливо — вместо жидкого, синтетический каучук—вместо естественного и т. д.

Главнейшие виды стратегического сырья группируются следующим образом: черные и легирующие металлы; цветные, легкие и малые металлы; редкие и сверхредкие металлы, металлоиды; неметаллические ископаемые; топливо и химическое сырье; прочие вещества.

Основой стратегического сырья являются, конечно, металлы и топливо.

В группе металлов особенно велика роль железа, причем важно оценивать не только суммарное количество запасов железа в недрах той или иной страны, но и качества имеющихся руд, обеспечивающие возможность получения необходимых современной технике высококачественных сортов металла. Так, например, Германия не обладает высокими сортами железной руды, отсюда — борьба за Нарвик, за высокосортную шведскую и норвежскую железную руду.

Особенно остро стоит вопрос о так называемых добавках, без которых не может существовать черная металлургия. Первое место среди добавок занимает марганец, являющийся для стран гитлеровской коалиции остродефицитным сырьем, в то время как Советский Союз и вся противогитлеровская коалиция им полностью обеспечены. Проблема марганца в фашистской Германии приобретает особенную остроту на исходе только первого года войны с Советским Союзом: для марганца нет пока еще массового и дешевого заменителя, а без марганца нельзя получить высококачественную сталь.

Еще острее потребность в других легирующих металлах войны — никеле, хроме, молибдене, вольфраме, ванадии, кобальте, ниобии, тантале,—которыми тоже вполне обеспечены страны противогитлеровской коалиции. Фашистская Германия на протяжении многих лет, предшествовавших войне, вела упорную борьбу за легирующие металлы войны. Прекрасную характеристику дает автор: „Все это — страницы борьбы оружием золота и железа, борьбы дипломатии и капитала, страницы, раскрывающие тайны военных агрессий, сплетающие стратегию с экономикой, геологию и металлургию с острейшими проблемами военной науки". (30 стр.)

Среди металлов войны исключительное место занимает в авиационной промышленности алюминий: до 70% веса самолета приходится на алюминий. Для отдельных систем самолетов это представляет от $3\frac{1}{2}$ до $7\frac{1}{2}$ и более тонн чистого металла. Даже в авиационном моторе на алюминий, магний и бериллий — легчайшие металлы войны — приходится до 25% общего веса.

Для производства алюминия помимо руды, которой в общем достаточно обеспечены страны гитлеровской коалиции, частично за счет Италии, главным же образом за счет разгрома Франции и Греции, а также порабощения Венгрии, нужна еще электрическая энергия. Успешные удары английской авиации по питающим алюминиевую промышленность электроустановкам Германии и оккупированных стран являются в этом отношении единственно надежным методом борьбы за уничтожение алюминия, принадлежащего врагу.

Среди металлоидов войны весьма показательна роль иода, использование которого в отличие от других объектов стратегического сырья протекает до конца и который, поэтому, уже не возвращается в виде вторичных ресурсов в промышленность. Довольно значительная и при том узко-специфическая область применения иода в военном деле, помимо медицины, остается у наших врагов не обеспеченной, так как почти все производство иода сосредоточено в странах антигитлеровской коалиции.

Значительно большее применение в различных видах промышленности имеет другой металлоид войны — сера. По потреблению серной кислоты можно судить о состоянии промышленности страны. Германия сама обладает ничтожными природными запасами сернокислотного сырья, но Италия обеспечена ими полностью. Борьба Германии за сернокислотное сырье занимает видное место в периоде ее подготовки к войне с Советским Союзом. Сюда входят операции в Испании и нападение на Норвегию, владеющие наряду с Советским Союзом основными источниками этого важного стратегического сырья.

Среди главнейших видов стратегического сырья исключительное место занимает нефть— черная кровь войны. Без нефти нельзя воевать: в огромных количествах ее поглощают мото-механизированные армии, воздушный и водный флот, транспорт. Борьба за нефть для держав оси, при полном отсутствии у них природных запасов, является наиболее острым из всех видов борьбы за стратегическое сырье. Снабжение нефтью армий гитлеровской коалиции представляет в настоящее время исключительные трудности, так как после неудачной борьбы за Ирак, Сирию и Иран фашистские агрессоры оказались отрезанными от возможных источников нефти.

Заблаговременное обеспечение всеми видами стратегического сырья имеет решающее значение в определении итогов войны.

Разгром Германии в 1918 г. объясняется не столько потерями ее в живой силе, сколько истощением ее сырьевых ресурсов и моральных сил.

Подготовка к реваншу началась в Германии уже в 1926 г. секретной разработкой сырьевой проблемы. Началась консервация рудников, восстановление древних и старинных разработок, создание государственных запасов сырья, борьба за обладание рынками дефицитного сырья с применением всех немецко-фашистских методов — диверсий, подкупов, запугиваний и т. д., а с другой стороны, — заигрывание со странами, обладающими природными запасами стратегического сырья (Финляндия, Швеция, Норвегия, Испания, Румыния, Турция и т. д.).

Несмотря на десятилетнюю подготовку Германии к войне, она все же идет к катастрофе по некоторым объектам стратегического сырья. Страны гитлеровской коалиции полностью обеспечены стратегическим сырьем только по цинку, магнию, алюминию, сере и углю; в некоторой мере они еще обеспечены фтором и бромом. С большими трудностями (учитывая блокаду и тяжелые транспортные условия) связано получение больших количеств железа, свинца и серного колчедана; то же самое можно сказать о марганце, никеле, хроме, молибдене, сурьме, меди, фосфоре и ванадии; еще острее обстоит дело с вольфрамом, оловом, платиной, иодом, слюдой, асбестом и гелием.

Однако все эти затруднения являются ничтожными по сравнению с острым дефицитом нефти и, особенно, необходимостью ввоза многих миллионов тонн железной руды и марганца.

Полную противоположность фашистской Германии в отношении обеспеченности стратегическим сырьем и богатством недр представляет Советский Союз. Интересно в этом отношении сослаться на замечательную таблицу американского экономиста Рауша в его книге о стратегическом сырье: наш Союз, по сравнению с другими странами мира, отмечается здесь, как страна наиболее обеспеченная всеми видами стратегического сырья.

По запасам нефти, железа, марганца, апатита и солей калия, по ниобию и торфу Советский Союз занимает первое место в мире. Второе место принадлежит ему по углю, цинку, свинцу и никелю. Следует, кроме того, отметить исключительную обеспеченность по платине, титану, хрому, редким землям, меди и многим другим объектам; в равной мере это относится также к цирконию, бериллию, литию, индию и другим элементам.

Мировой известностью пользуются наши месторождения железных и хромовых руд (Халилово, Иона, Верблюжка и Кемпирсай), заполярные месторождения никеля, кобальта, палладия и меди (Монча и Норильск).

Грандиозны у нас месторождения слюды, плавикового шпата, кианита, андалузита и глин. Мощный соляной пояс протянулся на тысячи километров от Бессарабии до Манчжурии; запасом ценнейших солей обладает Урал; здесь есть натрий, калий, кальций, фосфор, бром, иод и др.

Неистощимы резервы стратегического сырья нашей великой Родины. Особую роль в снабжении Красной Армии стратегическим сырьем играет Урал.

Однако сами по себе природные богатства нашей страны еще не дают нам средств для победы. Нужны люди, умеющие использовать эти богатства для обороны страны, и наука, открывающая все новые и новые способы использования природного сырья.

„...Трудом мысли и творчества тысяч научных лабораторий и институтов рождалась победа над сырьем и умение его использовать.

Имя той великой силы — и созидающей и разрушающей, — создавшей всю красоту и величие современной культуры и одновременно родившей весь ужас современной войны с ее орудиями смерти, — имя этой величайшей силы в руках человека — „наука". (55 стр.)

В переживаемый нами ответственный исторический момент напряженной борьбы с озверелым гитлеризмом академик А. Е. Ферсман намечает ряд интереснейших проблем, стоящих перед наукой не „самодовлеющей", а тысячами нитей связанной „с мирным трудом и с военной техникой". Как, например, бороться с взрывной волной (каковы законы ее движения), как точно поймать местоположение бомбардировщика, как бороться с осветительными „люстрами" и светящимися ракетами? В ряду этих научных проблем проблема сырья должна привлечь особенное внимание исследователей, причем нужно изучать как сырье противника, так и свое собственное.

Перед „мобилизованной геологической мыслью“ академик А. Е. Ферсман ставит следующие семь основных задач: открытие новых месторождений стратегического сырья, увеличение запасов уже выявленных месторождений, изучение качества стратегического сырья, использование новых веществ, изучение географии стратегического сырья, использование местного сырья и, наконец, последняя, седьмая задача — „смелый полет мысли, широкая изобретательность, инициатива в решении задач, творческая мысль, которая нередко или, вернее, всегда решает самыми простыми путями, казалось бы, самые запутанные вопросы, которую жестокая необходимость толкает иногда на как будто совершенно неожиданные, но самые простые и блестящие решения.“ (60 стр.)

Призывно звучат слова академика А. Е. Ферсмана к армии геологов, к работникам науки и техники: „В решающей схватке подымите самые недра против врага! Пусть горы металлов, цемента, взрывчатых веществ вырастут в тот девятый вал, мощной силой которого будет повержена фашистская лавина!

Пусть не будет выхода ей ни на юге, ни на севере, ни на востоке, ни на западе, ни на небе, ни под землей, ибо великая правда, поднятая нашей страной, совместно со всем передовым человечеством, сметет ее силой Красной Армии, силой великого народа, единого в своем порыве!

В этой схватке каждый должен занять свое место, каждый должен посмотреть и проверить, что вносит он в объединенную мощь сопротивления и обороны, как вливается его маленький труд по каплям в великий океан, который захлестнет всю ложь, весь мрак человеконенавистничества и звериной злобы“. (61 стр.)

Нельзя не привести заключительных слов этой прекрасной книжки.

„Бессильны миллионы тонн лучшей стали, бесцельны самые высокооктановые бензины и не нужны лучшие осветительные ракеты, если ими не управляет великий народ, единый в своей воле, знающий, что он борется за свою родину, за счастье ее и счастье всего человечества, если этими горами металлов не управляет единая твердая воля этого народа и воля великого вождя.

Металл и нефть — только могучие орудия войны, но не они воюют, воюет армия, которая приводит в движение эти горы металла, перемещая целые месторождения, целые леса, сдвигает реки, овладевает заоблачными высотами воздуха, врезается штольнями и дотами в глубины земли, — великая Красная Армия, которая победит бесстрашием русского человека, замечательной сметкой, твердым сознанием, что победа будет за нами!

Да здравствует Красная Армия, поддерживаемая мужественным, могучим тылом в едином порыве к победе!

Да здравствует солнце победы, да скроется тьма!“ (61—62 стр.).



Древнейший город в арктической зоне Аляски

По сообщению Science News Letter, археологическая экспедиция, работавшая под руководством д-ра Фр. Рейней (университет в Ал ске) в арктической зоне Аляски, открыла в 100 милях к северу от Полярного круга остатки громадного древнего поселения городского типа. На план удалось нанести до настоящего времени 625 домов, располагавшихся на пяти улицах, ориентированных с востока на запад.

По счастливой случайности, удалось найти и погребения с останками жителей города. Раскопано 65 могил. При раскопках особое внимание археологов привлекло то обстоятельство, что в глазницах скелетов были обнаружены искусственные костяные „глаза“. У одного скелета в носовом отверстии были найдены костяные затычки с изображением головы птицы, а на зубах — костяной предмет, имевший форму чашки. В погребениях обнаружены маленькие костяные иглы, кремневые наконечники стрел, деревянные резные изображения уродливых существ, разнообразная резьба из кости.

Исследователи отмечают в найденной культуре некоторые элементы северокитайских влияний. Находку относят к числу древнейших следов обитания человека в Арктике.

Science News Letter, v. 39, № 14, 1941

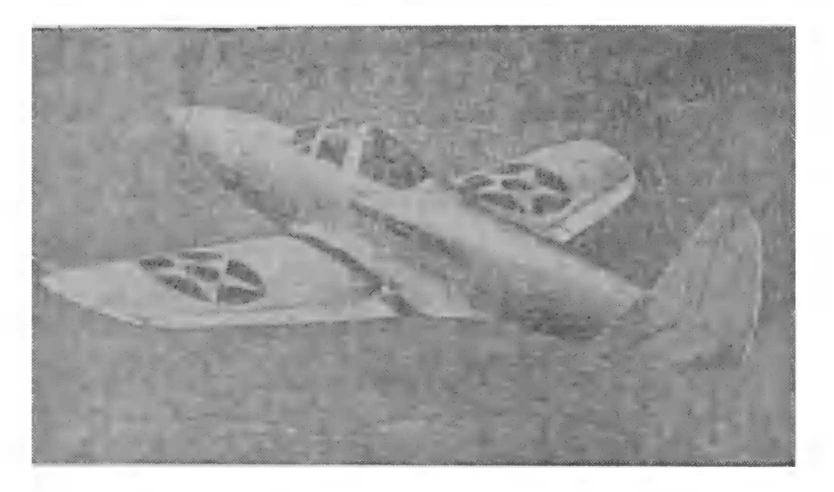


Боевые качества американских истребителей

(ПО АМЕРИКАНСКИМ ЛИТЕРАТУРНЫМ ДАННЫМ)

Американской авиации суждено сыграть видную роль в освобождении человечества от фашистской чумы. Если в начальной стадии войны снабжение Англии самолетами было первым этапом выполнения этой задачи, то теперь, помимо снабжения союзников, США должны будут испытать свои самолеты над полями войны, которую они сами ведут против держав „оси".

Естественно поэтому, что вопрос о качестве американских самолетов стоит в центре внимания американцев и в той мере, в какой это возможно, оживленно дискутируется в общей и специальной печати. Этому вопросу посвящена и помещенная в сентябрьском номере журнала „Scientific American" статья Дж. Пика, представляющая немалый интерес и для советского читателя, так как автор ее, проводя сравнение американских машин с аналогичными английскими и немецкими, сообщает интересные (в том числе и „неофициальные") данные о различных машинах — как дружественных (английских), так и (вражеских немецких).



Американский истребитель типа Эйракобра (Белл)

В отличие от американских бомбардировщиков, разведчиков и учебных машин, высокие качества которых никем не оспаривались, ценность американских „боевых" машин подвергалась в Англии некоторым сомнениям, базирующимся на критике боевых свойств этих машин. Статья Пика направлена против этой критики и по сути дела является своего рода техническим памфлетом в защиту американской авиатехники.

Надо оговориться, что американский термин „боевые машины" („fighters"), примерно соответствует нашему термину „истребитель"; однако „fighters" в настоящее время уже в достаточной мере четко дифференцированы, по крайней мере, на три подтипа: „перехватчики" („interceptors"), „преследователи" („pursuits") и собственно „боевые" („fighters"). Критика американских машин этих типов базировалась на их относительно более слабом вооружении, чем в английских и немецких машинах соответствующих классов. Оказалось, что в то время как английские машины были уже снабжены 8 пулеметами, американцы ставили на свои машины всего 4, а то и 2 пулемета. Это объяснялось не только спецификой американских географических условий, обусловливающих необходимость обеспечить самолету большой радиус действия без снижения его скорости, но и своеобразным подходом американских конструкторов к проблеме вооружения боевого самолета.

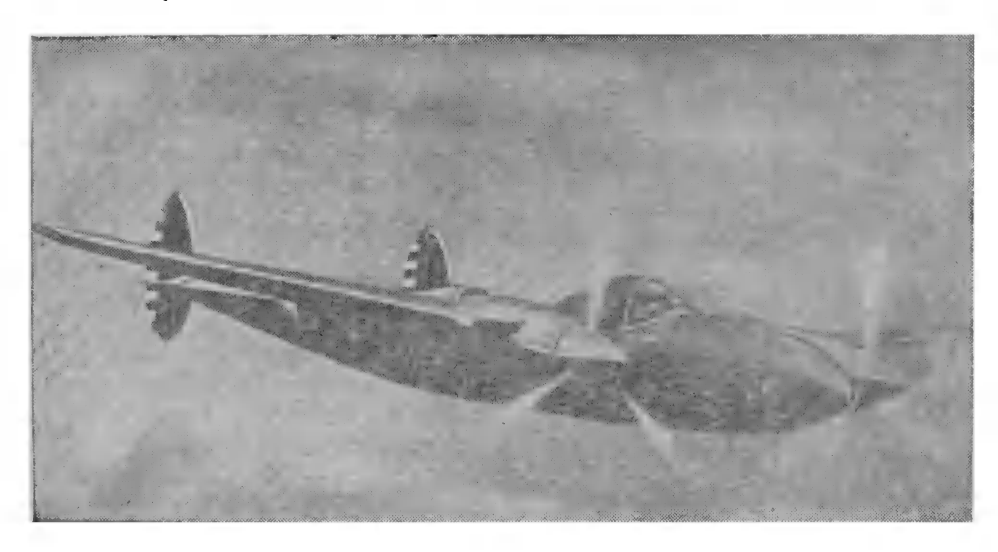
Уступая европейским самолетам первенство в числе единиц вооружения, американские конструкторы, однако, уже давно стали на путь увеличения калибра пулеметов и установки на самолете пушек, притом максимального применяющегося в авиации калибра в 37 мм. При этом приходилось решать весьма трудную

конструктивную задачу установки сравнительно весьма тяжелого вооружения и запаса снарядов к нему без ущерба для основных летных качеств самолета. Как видно из данных помещаемой ниже таблицы, в современных самолетах США эта задача решается с успехом.

Разумеется, стремление к увеличению калибра пулеметов и пушек на самолете это— весьма серьезная военнотехническая доктрина, верность которой можно и оспаривать. Главным доводом против этой доктрины является неизбежное увеличение веса и габаритов и уменьшение скорострельности и числа запасных снарядов при увеличении калибра оружия. В противовес этому, аргументация конструкторов США вкратце сводится к тому, что более крупный калибр дает и бо̀льшую дальность поражения и — что особенно важно—несравненно бо̀льшую разрушительную силу каждого попадания. Надо полагать, что только боевой опыт сможет дать окончательную оценку правильности позиций американских конструкторов. Однако весьма показательно, что и в последних моделях английских и немецких машин, как видно из таблицы, замечается стремление следовать тому же военнотехническому принципу максимального увеличения калибра авиационного вооружения. Тем не менее эти машины отстают от американских по калибру почти вдвое, т. е. по весу снаряда в 8 раз. Понятна, поэтому, гордость, с которой Пик отмечает, что пока только американцам удалось построить действительно эффективную 37-миллиметровую пушку для авиации и что даже аммуниция для таких пушек импортируется из США.

Вооружение и другие данные о некоторых истребителях США, Англии и Германии

Тип	Принадлежность	Скорость (км/час)	Тип мотора	Число моторов	Мощность 1 мот. (л. с.)	Вооружение			
						Пулеметы		Пушки	
						7,6 (мм)	12,7 (мм)	20 (мм)	37 (мм)
Эйракобра (Белл)	США	635	Алиссон	1	1 150	4	4	—	1
Локхид	»	735	»	2	1 150	4	4	—	2
Граммон Ф5-Ф-1 (Скайрокет)	»	675	Райт-Циклон	2	1 500	4	4		2
Харрикон	Англия	590	Мерлин	1	1 250	8	—	—	—
Спитфайр	»	590 645	Роллс-Ройс (Мерлин или Гриффин)	1	1 030— 1 600	8	—	—	—
Торнадо	»	685	Роллс-Ройс (Валтюр)		1 780	8	—	3	—
Мессершмидт-109	Германия	570	Даймлер-Бенц	1	1 150	4	—	1(23 мм)	—
Фокке-Вульф-187	»	640	»	2	1 375	—	4	4	—



Истребитель типа Локхид

Та же таблица показывает, что американские конструкторы сумели обеспечить своим боевым машинам и весьма высокие скорости (данные о скоростях в таблице приведены для оптимальных условий, т. е. для высоты полета между 3500—7500 м). По сравнению



Истребитель типа Граммон Ф-5-Ф-1

с конкурирующими типами американских и немецких машин, американские истребители обладают наибольшими скоростями. Это достижение тем более важно, что оно реализуется при сравнительно меньших мощностях моторов. Относительно последних следует указать, что американцы являются довольно горячими сторонниками моторов с воздуш-



Морской истребитель „Воут Сикорский"

ным охлаждением — более легких и простых, что крайне важно с точки зрения массовой продукции. Меньшая обтекаемость моторов этого типа конструктивно парализуется длинными валами, на которых пропеллер выносится вперед достаточно далеко для возможности придания всей конструкции обтекаемой формы. Однако сказанное вовсе не должно означать сдачи в архив моторов с водяными или — как более обще выразился автор разбираемой статьи — с жидкостным охлаждением.

Разумеется, вряд ли можно считать, что даже столь осведомленный автор, как Дж. Пик, может гарантировать полноту своих сведений относительно многочисленных моделей, проходящих стадию испытаний или даже стадию внедрения в производство. Однако он все же сообщает много интересных сведений о новинках, подготовляемых в недрах лабораторий и заводов. Так, мы узнаем, что в сентябре 1941 г. Англия приступила к выпуску самолетов „Хаукер Тайфун" с моторами в 2400 л. с. и со скоростью около 700 км в час, а Германия — к выпуску новых Хейнкелей с примерно такой же скоростью. В противовес этому США в том же сентябре 1941 г. могли выставить большое число моделей, уже подготовленных к массовому выпуску. Среди них особенно замечателен морской истребитель „Воут-Сикорский" 54И-1, сконструированный специально для авианосцев и обладающий скоростью в 690 км в час, а также сухопутная модель „Граммон Скайрокет" с двумя моторами воздушного охлаждения („Райт-Циклон") по 1500 л. с. Имеются также опытные образцы самолетов со скоростью до 800 км в час.

Автор довольно подробно останавливается дальше на разборе важнейших других свойств американских самолетов—их маневренности, высоте потолка, скорости подъема, радиусе действия и удобстве взлета и посадки. Ясно, что почти любые два из этих требований взаимно противоречивы; гармоническое сочетание их дается только путем мучительного и крайне трудоемкого компромисса. Американцы пошли, очевидно, путем неторопливого и основательного разрешения этой проблемы. Общее впечатление от статьи таково, что современная американская боевая машина представляет собой гармоническое

сочетание частей, обеспечивающее необходимое сочетание указанных выше основных свойств, которыми должен обладать современный боевой самолет. Попутно удалось обеспечить самолету ряд еще других, по сути дела второстепенных, но также очень существенных свойств: широту обзора с защитой из пуленепробиваемого стекла, обогрев кабины и снабжение ее кислородом, защищенные от пробивания и возгорания бензобаки, легкую доступность основных частей машины. Все это достигнуто при соблюдении максимальной прочности и надежности машины в целом. Если присоединить сюда еще электрооптические прицелы, по мнению автора, „наиболее высококачественные во всем мире", то нельзя не признать, что впечатление от современных американских машин получается крайне внушительное.

В свете сказанного становится понятным смысл воспроизводимого нами фотомонтажа, помещенного на обложке журнала: „боевик" (в прямом и переносном смысле) „Воут-Сикорский" разметывает вихрем клочки газетных и журнальных вырезок с критикой боевых свойств американской истребительной авиации.

Будем твердо надеяться — к этому есть все основания и в славном прошлом и в настоящем нашего союзника, великого американского народа,—что все сказанное в разбираемой статье полностью и скоро подтвердится над полями сражений, в которых свободолюбивые народы раздавят фашистскую гадину.

Гигантский американский бомбардировщик „B-19" в воздухе

Недавно на заводе Дуглас в США впервые поднялся в воздух изображенный на рисунке гигантский бомбардировщик „B-19". По утверждению журнала, откуда мы заимствуем этот снимок, „B-19" является самым крупным военным самолетом в мире. Он снабжен четырьмя моторами по 2200 л. с. Вес самолета без нагрузки 41 тонна, а с нагрузкой, включающей несколько тонн бомб,—82 тонны. Численность экипажа — 10 челов. При испытаниях, которые проводил майор Стэнли Ауштил, самолет оторвался от земли после 9 секунд пробега.



Гигантский бомбардировщик „B-19"

Popular Mechanics, сентябрь, 1941

НОВЕЙШИЕ ПРОБЛЕМЫ физики атомного ядра

Чл.-корр. АН СССР А. И. Алиханов

Самым замечательным достижением естествознания в XX в. является, несомненно, создание теории атома и новой механики атомных и молекулярных процессов.

В общих чертах наши современные представления о строении атома таковы.

Атом каждого элемента представляет собой сложную систему электрических зарядов, устроенную наподобие солнечной системы. В центре атома расположено положительно заряженное ядро, в котором сосредоточена почти вся масса атома. Размеры ядра ничтожны, радиус его имеет порядок 10^{-13} см. Вокруг ядра на громадных по сравнению с размерами ядра расстояниях двигаются с большими скоростями мельчайшие частицы отрицательного электричества — электроны, образующие так называемую электронную оболочку атомов. Так как атом в целом нейтрален, то положительный заряд ядра должен быть равен по величине сумме зарядов всех электронов.

Проще всего устроены атомы водорода. Ядро атома водорода — протон — представляет собой простую частицу с зарядом, равным по величине заряду одного электрона, но масса протона в 1838 раз больше, чем масса электрона. Вокруг протона в атоме водорода вращается один единственный электрон. Следующий элемент — гелий — имеет уже более сложное устройство. Ядро гелия имеет заряд вдвое больший, чем заряд протона, и массу в четыре раза большую, чем масса протона. Вокруг ядра гелия двигаются уже два электрона. После того как эти основные факты были установлены, физики разделились на два отряда. Один из них — количественно больший — занялся исследованием строения и свойств электронной оболочки атома; другой — меньший — поставил себе задачей изучение атомного ядра.

Вначале, примерно до 1930 г., наибольшие успехи выпали на долю исследователей, изучавших электронную оболочку. Удалось довольно тщательно и детально выяснить строение ее в атомах различных веществ и объяснить ряд свойств атомов. Загадки строения атомного ядра разрешались значительно медленнее. Причина этого заключается в том, что электроны в атоме связаны друг с другом слабо, и поэтому на электронную оболочку сравнительно легко воздействовать. Нетрудно, например, оторвать от этой оболочки один или несколько электронов, или сообщить атому некоторый запас энергии, приведя его в „возбужденное состояние“, и т. п.

Ядро представляет собой систему частиц, связанных значительно более прочно. Именно поэтому обычные методы воздействия на вещество — нагревание до очень высокой температуры, освещение обычным светом или рентгеновыми лучами, воздействие сильных электрических или магнитных полей и т. д. — никак не влияет на свойства и структуру атомных ядер.

Единственным источником сведений о внутриядерных процессах долгое время оставалось явление естественной радиоактивности, т. е. самопроизвольного превращения одних ядер в другие, сопровождаемого испусканием частиц большой энергии или очень коротковолнового излучения. Этой способностью самопроизвольно превращаться обладают только несколько тяжелых элементов, в частности, хорошо известный радий. Изучение явлений радиоактивности дало физикам очень много ценных сведений о ядре, но все же в этом случае физики могли только наблюдать ход явлений, не будучи в силах что-нибудь изменить в ходе ядерных процессов.

Поэтому поворотным моментом в развитии физики атомного ядра явился день, когда один из величайших экспериментаторов нашего времени Э. Резерфорд нашел способ воздействовать на атомное ядро. Таким способом оказалась бомбардировка ядер теми α-частицами (ядрами гелия), которые выбрасываются с огромными скоростями при распаде радиоактивных веществ. Подвергая азот такой бомбардировке быстрыми α-частицами, Резерфорд сумел обнаружить расщепление части его ядер. Это был день величайшей победы науки, день, когда впервые вмешательством человека удалось превратить один элемент в другой.

Долгое время единственным источником частиц большой энергии, которые могут расщеплять атомные ядра, служили радиоактивные вещества, испускающие α-частицы. Однако такой единственный источник быстрых частиц скоро перестал удовлетворять тем требованиям, которые предъявляла быстро развивающаяся новая область физики.

Прежде всего, естественные источники—радиоактивные вещества — дают весьма слабый поток частиц. Наиболее сильные препараты радиоактивных веществ, какие мы имеем, испускают в секунду около 100—400 миллиардов α-частиц. Кажется, что это очень большое число, но фактически такого потока очень мало. Рассматривая поверхность твердого тела, мы видим его совершенно сплошным, даже в самый сильный микроскоп. Но если вспомнить о том, что размеры атома в сто тысяч раз больше размеров частиц, из которых он состоит, т. е. электронов и ядра, то станет очевидным, что наше твердое тело представляет собой пустое пространство, в котором, как звезды на небе, на громадных расстояниях расположены ничтожных размеров пылинки — ядра и электроны.

Ясно, что вероятность попасть в мишени, так редко расставленные, очень мала. Казалось бы, что можно увеличить число мишеней, поставив на пути пучка бомбардирующих частиц больше вещества. Тогда, как бы редко ни были расставлены мишени, но если их очень много, каждая бомбардирующая частица попадет в какую-нибудь из них.

Однако это не так.

Проходя на больших расстояниях от электронной оболочки атома, заряженная бомбардирующая частица очень слабо взаимодействует с ней и отрывает электрон от атома, т. е. ионизует атом. В процессе такого взаимодействия с электронами оболочки частица теряет небольшую часть своей энергии, но, так как такие процессы происходят на пути частицы очень часто, то, проходя через вещество, частица скоро растрачивает целиком весь свой запас энергии.

Вследствие этого только очень ничтожная, приблизительно одна миллионная, доля всего числа бомбардирующих частиц может быть использована для расщепления ядра. Подсчет показывает, что, даже пользуясь очень сильными радиоактивными источниками α-частиц, мы можем вызвать около ста тысяч расщеплений в секунду, число совершенно ничтожное, если вспомнить, что число ядер в кубическом сантиметре вещества равно 10^{22}, т. е. числу, изображаемому 1 и 22 нулями.

Поэтому, прежде всего, физики задумались над тем, нельзя ли как-нибудь искусственными методами получить более мощные потоки частиц, способных расщеплять атомное ядро. Действительно, оказалось, что не только α-частицы (ядра гелия), но и протоны (ядра водорода) или дейтоны — частицы, обладающие массой вдвое большей, чем протон, — могут вызывать расщепление атомных ядер, если только их предварительно разогнать электрическим током так, чтобы они достигли скорости в несколько десятков тысяч километров в секунду, т. е. обладали очень большим запасом энергии.

Это и понятно. Для того чтобы воздействовать на ядро, заряженная частица должна подойти очень близко и проникнуть в него. Между тем и ядро и заряженная частица — протон, дейтон или α-частица — заряжены положительно, и соответственно этому они отталкиваются от положительно заряженного ядра, причем эта сила отталкивания быстро возрастает, когда частица подходит близко к ядру.

Только обладая большой скоростью, т. е. большой энергией, бомбардирующая заряженная частица, приблизившись к ядру, может преодолеть это отталкивание и проникнуть в ядро. Для проникновения в ядро, частица должна иметь энергию, измеряемую сотнями тысяч и миллионами вольт, т. е. ее нужно разогнать в электронной трубке, к которой приложены напряжения в сотни тысяч или миллионы вольт.

Поэтому, прежде чем начинать широкое наступление на фронте исследования атомного ядра, физикам пришлось обновить весь арсенал высоковольтной техники. Интенсивная работа, которая велась в этом направлении на протяжении последних десяти лет, привела к созданию новых генераторов высокого напряжения и новых методов ускорения быстрых частиц. Были созданы совершенно новые типы установок, разрешающие задачу получения интенсивных потоков быстрых частиц оригинальными путями. К числу таких установок относятся электростатический высоковольтный генератор Ван-дер-Граафа и циклотрон. Мы не будем здесь останавливаться на описании этих интереснейших и остроумных установок, которым нужно посвятить специальную статью. Укажем лишь, что максимальная энергия частиц, которая была получена до сего времени при помощи электростатических генераторов, — около 3 миллионов вольт. Число быстрых заряженных частиц, полученных на этих установках, в 10 тысяч раз больше, чем от самых интенсивных препаратов радия.

Еще более поразительны результаты, полученные при помощи циклотрона. В настоящее время удалось уже получить протоны с энергией до 9 миллионов вольт, дейтоны — с энергией до 16 миллионов вольт и искусственные α-частицы с энергией до 32 миллионов вольт, причем число частиц в пучке в тысячу раз больше, чем можно получить от самых сильных препаратов радия.

О размерах и общем виде электростатического генератора дает некоторое представление рис. 1. Электромагниты уже существующих циклотронов имеют диаметры полюсов до 1.5 м при весе до 200 т. Проектируемый сейчас Лауренсом новый циклотрон,

который даст частицы с энергией до 100 миллионов вольт, будет иметь электромагнит диаметром в 4.5 м при весе в 3500—4000 т.

Вы видите, что современная ядерная лаборатория больше похожа на цех какого-то фантастического завода, чем на скромную физическую лабораторию, какой мы ее знали до сих пор. В ней, как в фокусе, собраны новейшие достижения физики, электротехники, радиотехники и вакуумной техники.



Рис. 1

Неменьшую роль в быстром расцвете физики атомного ядра сыграл огромный прогресс и в другой области экспериментальной техники — в методах и способах наблюдения и регистрации отдельных ядерных частиц: протонов, α-частиц, электронов и др. И здесь были проявлены исключительная изобретательность и остроумие, приведшие к созданию чрезвычайно тонких и чувствительных способов наблюдения и изучения ядерных процессов.

Принцип, лежащий в основе всех методов наблюдения быстрых частиц, очень прост и известен давно. Быстрая заряженная частица большой энергии, проходя через газ, взаимодействует с электронной оболочкой атомов, встречаемых ею на пути. Из части встреченных атомов она отрывает один или несколько электронов. Таким образом, на пути нашей частицы создаются заряженные положительные ионы, т. е. атомы, потерявшие электрон, и заряженные отрицательно оторванные электроны.

Другими словами, пройдя через газ, быстрая заряженная частица оставляет за собой электрический след — след из ионов. Если мы сумеем при помощи электрического поля направить положительные ионы на один электрод, а отрицательные частицы — на другой, то, применив чувствительный прибор, измеряющий заряд, приходящий на электроды, мы сумеем зарегистрировать попавшую в нашу камеру частицу. По величине заряда, пришедшего на электрод, будем в состоянии судить и об энергии этой частицы.

При помощи усилителя из радиоламп с большим коэффициентом усиления (10^6), мы можем усилить этот „ток“, возникший в газе камеры в результате попадания в камеру частицы, причем усилить так, чтобы пустить в ход какой-нибудь механический счетчик, автоматически ведущий счет попадающих в камеру частиц.

Если число ионов, созданных одной частицей в камере, очень мало, то можно создать такие условия, чтобы ионы, образовавшиеся на пути частицы, двигаясь к электродам камеры и сталкиваясь по пути с атомами газа, создавали при этом новые ионы. Эти последние, в свою очередь двигаясь к электродам, на своем пути опять ионизуют газ, и таким образом в такой камере число ионов лавинообразно увеличивается, так что попадание в камеру одной быстрой частицы, создающей одну пару ионов, вызовет нечто аналогичное пробою газа — искре.

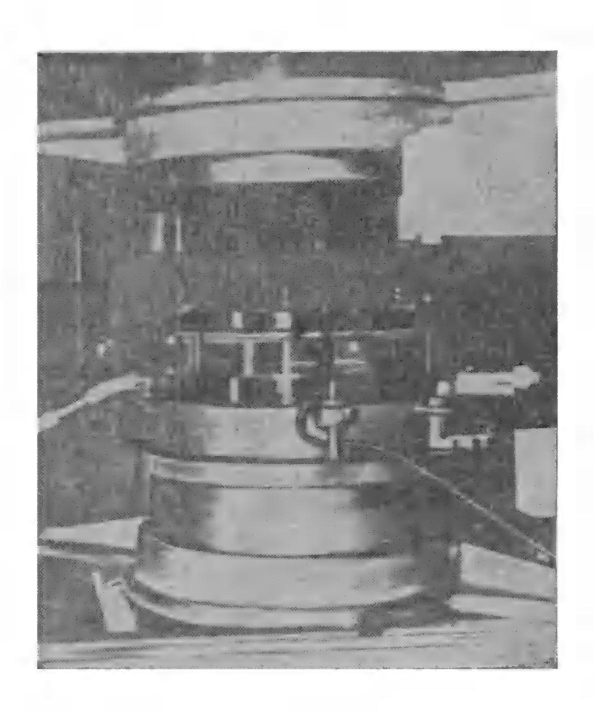


Рис. 2

Этот удивительно простой по устройству прибор имеет громадную область применений

в ядерных лабораториях, где он известен под названием счетчика Гайгера — Мюллера.

Наконец, можно электрический след быстрой частицы сделать доступным наблюдению простым глазом. Для этого Вильсон, создавший этот метод, воспользовался свойством водяных паров конденсироваться на ионах. В камере Вильсона (рис. 2) частица попадает в газ, содержащий пары воды, которые, если газ охладить, например, резким увеличением объема, будут конденсироваться на ионах, образуя на каждом ионе маленькую капельку воды, хорошо видимую глазом.

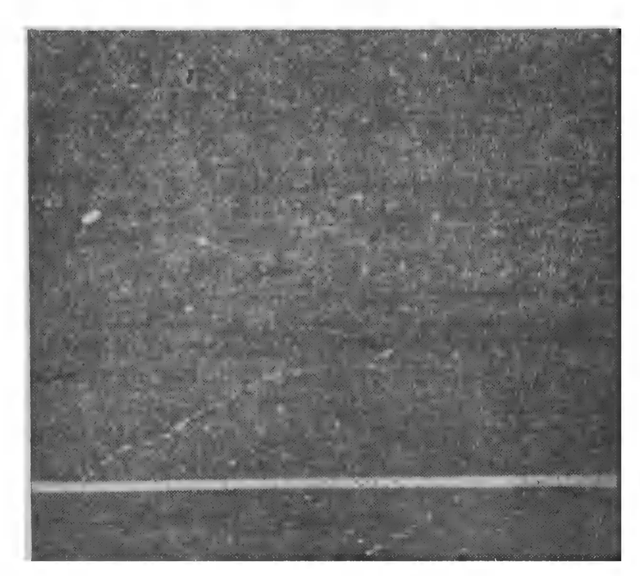


Рис. 3

Если осветить камеру сильным светом, то такие следы из капелек можно фотографировать. Белые линии на рис. 3 и представляют собой сфотографированные таким способом следы быстрых частиц, пролетевших через камеру Вильсона.

Поразительно, что такими сравнительно простыми средствами удается наблюдать пути отдельных атомов, считать отдельные атомы и электроны, узнавать, что происходит в отдельных атомах и ядрах.

Вспомните только, что древнейший способ измерения и обнаружения вещества — взвешивание — позволяет обнаружить в лучшем случае, на самых чувствительных современных весах миллионные доли грамма, а между тем число частиц, содержащихся в миллионной доле, еще огромно, оно равно 10^{17}, т. е. изображается единицей и 17 нулями. Насколько же более чувствительным является электрический метод наблюдения и обнаружения вещества, дающий возможность обнаружить и зарегистрировать один атом.

Начиная с 1932 г., развитие исследований по атомному ядру испытало резкий скачок и сразу же дало очень ценные результаты. Прежде всего удалось выяснить, из каких частиц состоит атомное ядро. До 1932 г. были известны только две простые частицы: протон и электрон. Поэтому естественно было думать, что все вещества в конечном счете построены только из частиц этих двух сортов.

Считали, что ядра также построены из протонов и электронов, хотя такое предположение наталкивалось на большие трудности и противоречия.

В 1932 г. была открыта новая элементарная частица — нейтрон. Нейтрон является нейтральной частицей, т. е. частицей, не имеющей заряда (отсюда его название), а масса его почти в точности равна массе протона.

После открытия нейтрона сразу же стало ясным, что все ядра состоят только из нейтронов и протонов и что никаких электронов в ядре нет.

Число нейтронов и протонов в ядре подсчитывается очень просто. Возьмем, для примера, ядро кислорода. Масса его в 16 раз больше массы протона, а заряд его равен заряду 8 протонов. Отсюда с очевидностью следует, что в ядре кислорода имеется 8 протонов и 8 нейтронов. Точно так же в ядре железа, имеющего атомный вес 56, а атомный номер 26[1], должно содержаться 26 протонов и 30 нейтронов. Общее число частиц, входящих в состав атомного ядра, определяется его атомным весом, а число одних протонов определяется его зарядом.

Таким образом, оказывается, что больше половины веса всего окружающего нас вещества приходится на нейтрон, о существовании которого мы не подозревали еще 10 лет назад.

Открытие нейтронов по-новому поставило вопрос о тех силах, которыми связаны частицы в атомном ядре. Очевидно, что нейтрон и протон должны притягиваться друг к другу. Если бы этого притяжения не было, то ядра должны были бы развалиться при малейшем прикосновении. Очевидно также, что силы, действующие между нейтроном и протоном, нельзя свести к известным нам электрическим или электромагнитным взаимодействиям, так как нейтрон не имеет никакого электрического заряда. Силы взаимного притяжения нейтрона и протона являются силами совершенно нового характера, и одной из основных задач физики атомного ядра является изучение природы этих сил.

Первые шаги для решения этой задачи уже сделаны, и некоторые, правда, довольно грубые представления о том, какими силами связаны частицы в ядрах, мы имеем.

Как удалось эти сведения получить?

---

[1] Атомный номер элемента, т. е. номер места, занимаемого им в периодической системе, указывает, какому числу зарядов протона равен заряд ядра данного элемента.

Какие явления изучались физиками, какие опыты были поставлены с этой целью?

Когда желают выяснить, магнитно ли данное вещество, т. е. желают узнать, взаимодействует ли оно с полюсом магнита, то поступают просто. Сближают испытуемый предмет с полюсом магнита; и если при этом обнаруживается, что никакого изменения в направлении или скорости движения нет, то заключают, что предмет немагнитен, т. е. не взаимодействует с полюсом магнита.

Если же, наоборот, вы ощущаете, что при приближении к магниту данного предмета заданное вашей рукой направление или скорость его движения меняются, то вы заключаете, что испытуемый предмет магнитен.

Из этого простого опыта можно не только сделать вывод, что полюс и ваш предмет взаимодействуют друг с другом, но и пойти несколько дальше. Когда предмет находится далеко от полюса, то влияние полюса почти не ощущается, вы не замечаете отклонения от первоначального направления; если же он проходит ближе, скажем, на расстоянии около 5 мм, то влияние полюса становится ощутимым, отклонение от начального направления уже заметно, причем оно возрастает по мере приближения к полюсу. Таким образом, вы имеете право сделать второе заключение, а именно, что взаимодействие зависит от расстояния и падает с увеличением расстояния. Само собой разумеется, что полюс магнита воздействует на предмет и на очень больших расстояниях, но это воздействие настолько мало, что вы не ощущаете его.

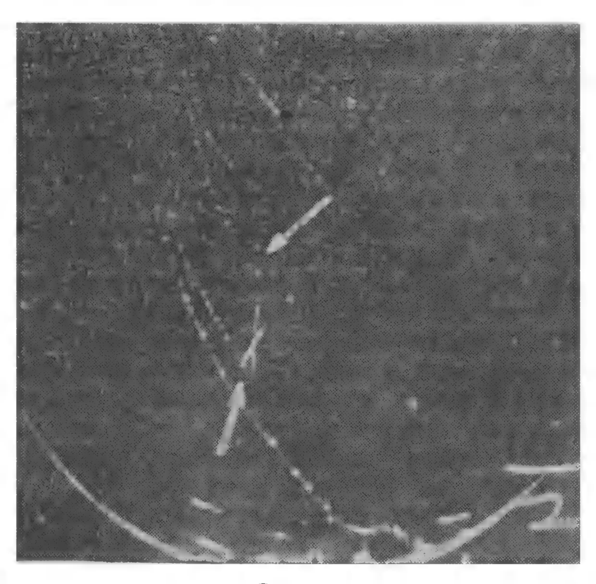


Рис. 4

Если вы захотите грубо описать наблюденные явления, то можно сказать, что заметное притяжение нашего предмета магнитом распространяется на расстояние порядка 5 мм, т. е. что пробег этой силы равен 5 мм, или, как говорят часто, радиус сил имеет порядок 5 мм.

Таким же простым методом изучаются силы взаимодействия между частицами, составляющими ядро. Предположим, что мы желаем выяснить, какая сила и на каких расстояниях действует между электронами и протонами. Мы заранее хорошо знаем, что эта сила представляет собой электрическое притяжение. Направим параллельный пучок быстрых электронов на протоны, т. е., попросту говоря, пропустим этот пучок через газ водород.

Электроны, которые пройдут близко к протонам, благодаря силе притяжения, отклонятся от своего первоначального направления и выйдут уже под некоторым углом по отношению к этому направлению.

Взгляните на вильсоновскую фотографию, изображенную на рис. 3. Вы видите прямолинейный путь электрона, внезапно изломавшийся в одной точке, где электрон, прошедший достаточно близко от ядра, резко изменил свое направление, т. е. испытал рассеяние.

На второй фотографии (рис. 4) вы видите то же явление, но здесь из точки, где электрон изменил свое направление, исходит путь еще одного электрона. В этом случае произошло столкновение одного электрона с другим, причем оба они разлетелись в разные стороны, подобно двум столкнувшимся биллиардным шарам.

При столкновении же двух электронов, исходный быстрый электрон меняет направление своего движения и передает часть своей скорости другому электрону, который тоже начинает быстро двигаться.

Понятно, почему на первой фотографии при столкновении электронов с протоном мы не видим пути сдвинутого протона. Протон в 1800 раз тяжелее электрона, поэтому, естественно, от удара электрона он почти не сдвигается с места.

Посмотрим теперь, что произойдет, если на протон направить пучок быстрых протонов. Казалось бы, что картина должна быть точно такой, как при столкновении электрона с электроном. И в этом и в другом случае сила — электрическое отталкивание — совершенно одинакова по величине, так как заряды и массы отталкивающихся частиц одинаковы.

На самом же деле оказывается, что эти два случая сильно отличаются друг от друга. Например, оказывается, что под углом в 45° к первоначальному направлению рассеянных протонов почти нет. Таким образом, когда электрон проходит мимо другого, покоящегося, электрона на некотором расстоянии, то он отклоняется на угол 45°, а когда на таком же расстоянии протон проходит мимо покоящегося протона, то он идет дальше, как ни в чем ни бывало, не отклоняясь от своего пути.

Этому странному факту есть только одно

объяснение. На небольших расстояниях между двумя протонами возникает сила притяжения, но, так как одновременно с этим существует и известная нам сила электрического отталкивания, то, очевидно, где-то, на каком-то определенном расстоянии эти силы взаимно уравновесятся, и на движущийся протон никакого воздействия не будет. Протон сумеет пройти через это место, не изменив своего пути.

Если протон приблизится к протону еще ближе, то сила притяжения станет огромной, гораздо большей, чем сила электрического отталкивания, и такой протон уже испытает резкое изменение своего направления. На этот раз изменение направления рассеянного протона будет вызвано уже не силой электрического отталкивания, а новой силой притяжения, действующей между протонами.

Итак, оказывается, что два одинаково заряженных протона притягиваются друг к другу, если между ними возникает ядерная сила. Два же одинаково заряженных электрона всегда только отталкиваются друг от друга, так как между ними действует только одна сила — сила электрического отталкивания.

Легко себе представить, что произойдет, если вместо пучка протонов воспользоваться пучком нейтронов. Нейтрон не заряжен, поэтому протон не может оказать на него никакого воздействия своим зарядом, и, если, несмотря на это, мы наблюдаем, что некоторая часть нейтронов изменила свое первоначальное направление, то это означает только одно — нейтроны изменили свой путь из-за ядерных сил притяжения к протонам.

Из простых по идее, но очень трудных по выполнению опытов были получены следующие важные выводы:

1. Ядерные силы не зависят от электрического заряда.

2. Эти силы действуют на очень малых расстояниях и резко уменьшаются с увеличением расстояния.

3. Действие этой силы ограничено радиусом около 10^{-13} см.

Опыты с столкновением частиц друг с другом являются не единственными источниками наших сведений о ядерных силах. Очень существенная характеристика ядерной силы обнаруживается, если проанализировать вопрос о том, какую энергию нужно затратить, чтобы вырвать ядерную частицу, например, нейтрон, из того или иного ядра.

Оказывается, что приблизительно во всех ядрах, особенно в тяжелых, нейтрон закреплен одинаково прочно; нейтрон можно выбить из любого ядра, если дать ему толчок, соответствующий скорости нейтрона в 39.000 км/сек, т. е. если придать ему энергию в 8 миллионов вольт.

Это обстоятельство кажется несколько странным.

Если в ядре имеется, кроме нашего нейтрона, еще 99 частиц и если все эти 99 частиц притягивают нейтрон, то казалось бы, что такой нейтрон гораздо труднее выбить, чем нейтрон, удерживаемый только девятью партнерами в ядре, состоящем всего из десяти частиц.

Какое же заключение следует сделать из этого факта?

Представим себе хоровод из людей, держащих друг друга за руки. Чтобы насильно вырвать одного из них из хоровода, нужно приложить некоторые усилия, причем очевидно, что если в хороводе число партнеров больше трех, то это усилие совершенно не будет зависеть от числа участников хоровода. Если же число участников меньше, т. е. их двое, и они держатся друг за друга только одной рукой, то оторвать их друг от друга будет легче.

То же самое, повидимому, происходит в ядре. Нейтрон связывается не со всеми частицами ядра, а только с ограниченным числом, т. е. ядерная сила обладает свойством насыщения.

Можем ли мы сейчас сказать, с каким именно числом партнеров прочно связывается нейтрон?

Посмотрим, какую энергию нужно затратить, чтобы вырвать нейтрон из простейшего ядра — ядра так называемого дейтерия, т. е. тяжелого изотопа водорода[1].

Это ядро состоит из одного протона и одного нейтрона. Необходимая для этой цели энергия оказывается равной всего 2.1 миллиона вольт, т. е. много меньше, чем энергия в 8 миллионов вольт, необходимая для отрыва нейтрона от тяжелого ядра.

Посмотрим теперь, что получится с ядром, состоящим из трех частиц: двух нейтронов и одного протона, или двух протонов и одного нейтрона. Оказывается, что здесь энергия связи нейтрона уже больше и равна 5 миллионам вольт.

Наконец, попробуем вырвать нейтрон из ядра гелия, т. е. из α-частицы, состоящей из двух протонов и двух нейтронов. Здесь мы уже должны будем затратить огромную энергию, около 20 миллионов вольт, т. е. энергию гораздо бо́льшую, чем та энергия, которую надо затратить на выбивание нейтрона из тяжелого ядра.

Таким образом, ядерные силы насыщаются при наличии уже четырех партнеров, т. е. четырех частиц. Нейтрон и протон трехруки, или, как сказал бы химик, трехвалентны.

Химический термин „валентность" я упомянул здесь умышленно, так как, воспользовавшись этим понятием, мы можем, прав-

[1] Изотопами называются элементы, имеющие одинаковый заряд ядра и одинаковое число электронов во внешней оболочке, но отличающиеся друг от друга по массе ядра.

да, очень грубо, представить механизм связи нейтрона с протоном.

Два свободных атома водорода, как известно, очень охотно соединяются в молекулу водорода H_2. Как же строится молекула водорода из отдельных водородных атомов, состоящих из ядра — протона — и одного электрона, вращающегося вокруг этого ядра? Какие силы связывают эти атомы в устойчивую молекулу? В молекуле водорода те 2 электрона, которые раньше вращались каждый вокруг своего ядра, обобщены и вращаются в орбите, обходящей оба ядра, например, по орбите, напоминающей по форме цифру 8. Вращающиеся по этим орбитам электроны оказываются по временам то у одного ядра, то у другого, т. е. атомы водорода непрерывно обмениваются друг с другом электронами, и именно благодаря этому обмену и возникают между ними силы, связывающие их в молекулу.

Такой непрерывный обмен электронами может происходить между двумя атомами водорода, но не может происходить между тремя или еще большим числом атомов. По этой причине молекулы водорода двухатомны.

Может быть, так же и в ядре протон с нейтроном связываются аналогичным способом благодаря обмену?

Но, спрашивается, чем же они могут обмениваться? Может быть, также электронами? Однако, откуда их взять в ядре, составными элементами которого являются только нейтроны и протоны?

Здесь мы сталкиваемся с замечательной идеей современной физики, идеей о рождении и исчезновении частиц. Протон и нейтрон связываются друг с другом, рождая новые частицы или поглощая эти частицы.

Подробнее эту идею мы рассмотрим позже. Сейчас же мы обратимся к проблеме радиоактивного распада.

Мы говорили уже о том, что впервые физики подошли к изучению атомного ядра и внутриядерных процессов после открытия явлений радиоактивности, т. е. самопроизвольного превращения одних ядер в другие.

При этих превращениях ядра исходного элемента испускают очень быстрые частицы, в одних случаях — ядра атома гелия, α-частицы, в других случаях — электроны, или, как принято с давних пор говорить, — β-частицы. В первом случае исходное ядро, испустив α-частицу, теряет 2 единицы положительного заряда и 4 единицы массы; получается новый элемент с атомным номером и на 2 единицы и атомным весом на 4 единицы меньшим чем атомный номер и атомный вес исходного ядра. Во втором случае исходное ядро теряет отрицательный электрон и поэтому приобретает один положительный заряд, масса же его остается практически неизменной, так как масса электрона ничтожна по сравнению с массой ядра. Получается новый элемент с атомным номером на 1 единицу больше исходного и с атомным весом почти равным исходному.

Если испускаемый электрон имеет положительный заряд, то новое ядро будет иметь заряд на 1 единицу меньше; получится элемент с атомным номером на 1 единицу меньше исходного.

Все было бы ясно и просто, если бы мы ограничились только рассмотрением начального и конечного состояния ядра. Но стоило только произвести простейшие исследования, а именно произвести измерение скоростей электронов, испускаемых β-радиоактивными элементами, как физика очутилась перед загадкой, которая осталась нерешенной и после 25 лет развития физики.

Обнаружилось, что скорости электронов, испускаемых радиоактивным элементом, т. е. испускаемых совершенно одинаковыми исходными атомами, различны, хотя в результате радиоактивного процесса новые ядра получаются одинаковыми. Одни ядра в данном веществе испускают электроны почти без всякой скорости, так что эти электроны не уносят с собой энергии, другие ядра испускают электроны с большими скоростями, уносящие с собой большую порцию энергии.

Позже было обнаружено, что есть предел энергии, которого не могут превзойти электроны, испускаемые данным радиоактивным элементом.

Этот предел энергии различен для различных радиоактивных элементов. Однако это отнюдь не решает вопроса о том, почему одинаковые ядра превращаются в другие, также одинаковые, ядра, испуская электроны с различными запасами энергии.

Куда, спрашивается, исчезает энергия тех ядер, которые испустили электроны с энергией меньшей, чем предельная?

Первым проблеском решения проблемы β-радиоактивности явилась известная идея Паули о существовании нейтрино. Согласно взглядам Паули, одновременно с электроном ядро испускает еще и другую частицу — нейтрино,—которая уносит ту энергию, которую мы считали пропавшей. В том частном случае, когда электрон вылетает почти без скорости, т. е. почти не уносит энергии, нейтрино уносит всю энергию, выделяемую при переходе.

Обиднее всего для физиков было, конечно, то, что они сами должны были этой новой частице приписать такие свойства, чтобы было невозможно наблюдать ее прямыми методами, даже самыми чувствительными из существующих сейчас.

Нейтрино не должно обладать никаким зарядом, иначе оно было бы замечено, подобно электрону, по электрическому следу в газе.

Нейтрино не должно обладать магнитными свойствами, иначе оно сможет, хотя и слабо, ионизовать газ в результате магнитного взаимодействия с атомами.

Нейтрино не должно взаимодействовать с ядрами, иначе мы смогли бы обнаружить его.

Нейтрино не должно обладать заметной массой, иначе мы могли бы из баланса энергии, выделяемой при некоторых ядерных процессах, определить его массу.

Одним словом, нейтрино не должно вообще взаимодействовать ни с какими элементами вещества, или точнее, если оно и может взаимодействовать с веществом, то только в такой степени, чтобы физики не могли этого заметить!

Однако, в одном случае нейтрино, если оно существует, все же должно проявить себя по самому существу причин, заставивших допустить его существование. Ядро, испускающее энергию в какой-либо форме, например, в виде энергии, уносимой электроном или световой волной, должно сдвинуться с места, откатиться, как откатывается орудие после вылета снаряда. Если нейтрино действительно существует и уносит с собой какую-то энергию, — а оно для того и было придумано, — то оно должно вызвать такое же откатывание ядра.

Это проявление нейтрино всего яснее должно быть заметно в тех случаях, когда его партнер — электрон — имеет минимальную скорость, т. е. когда электрон уносит только ничтожную часть энергии, выделяемой при распаде, а почти всю энергию уносит нейтрино. В этом случае весь толчок ядру, вся отдача будет вызвана вылетом нейтрино.

Этот опыт, доказывающий существование нейтрино, до сих пор не удалось осуществить, хотя попытки сделать этот опыт имелись. Огромные экспериментальные трудности стоят перед экспериментатором, пытающимся разгадать загадку нейтрино. Однако нет сомнения, что в течение ближайших лет опыт будет произведен, так как все эти трудности, в конце концов, преодолимы, и гипотеза о существовании нейтрино будет окончательно подтверждена или опровергнута.

Допустим, однако, что нейтрино действительно существует, т. е. примем гипотезу Паули, хотя она еще окончательно не доказана. Устраняет ли эта гипотеза все неясности и противоречия? Оказывается, что нет.

Вы уже, вероятно, обратили внимание на противоречие между двумя разделами этой статьи.

В части, где говорилось о составе ядра, мы упорно подчеркивали, что в ядре нет ни электронов, ни тем более нейтрино, что ядро состоит только из протонов и нейтронов.

В той же части, где речь зашла о β-радиоактивности, мы не раз говорили, что „из ядра вылетает электрон“, что „ядра испускают электроны и нейтрино“ и т. п.

Как же обстоит дело в действительности?

По мнению физиков, здесь нет никакого противоречия. Электрон и нейтрино испускаются ядром, но вовсе нет необходимости, чтобы они содержались в ядре.

Не думаете же вы, что звук, издаваемый, „испускаемый“ певцом, содержится в его горле. Не предполагаете же вы, что свет, испускаемый лампочкой, содержится в лампочке или веществе, из которого сделана нить лампочки.

Звук, издаваемый певцом, как и свет, испускаемый атомами нити лампочки, не содержится, а создается, рождается ими. Так и в нашем случае, электрон и нейтрино создаются, рождаются радиоактивным ядром.

Доказано ли как-нибудь это утверждение или оно представляет собой просто остроумную догадку, предположение?

Ряд закономерностей, которые удалось обнаружить, изучая разные β-радиоактивные элементы как с малым, так и с большим зарядом ядра, показывает справедливость этой гипотезы.

Кроме того, известно явление, в котором с полной ощутимостью и ясностью, не оставляющими никаких сомнений, мы можем наблюдать рождение частиц. Для того, чтобы наблюдать это явление, направим на вещество пучок света, но не света обычного, а света, испускаемого ядрами. Ядерный свет (γ-лучи) отличается от света обычного, испускаемого атомами, тем, что длина его волны значительно меньше и, соответственно, каждая порция такого света, испускаемая одним ядром, переносит с собой энергию, во много раз бóльшую, чем энергия, уносимая порцией света, испускаемого атомом. Порцию энергии, переносимую световыми волнами, в физике обычно называют квантом света.

Если измерять энергию в единицах, уже нами принятых, т. е. в вольтах, то энергия кванта обычного света, испускаемого атомами, имеет порядок 1 вольта, а энергия кванта ядерного света — порядка сотен тысяч или миллиона вольт.

Итак, направим пучок квантов большой энергии — энергии больше миллиона вольт — на вещество, взятое в виде тоненькой пластинки толщиной около $^1/_2$ мм. При этом мы обнаружим, что из пластинки будут вылетать положительные электроны, имеющие довольно большие скорости, т. е. большие энергии.

Откуда же берутся эти положительные электроны?

Ведь в веществе их нет. В атомах электронная оболочка состоит из отрицательно заряженных электронов. Значит, из внешней оболочки атома положительных электронов

мы не получим. Точно так же нет положительных электронов и в ядре. Остается только одна возможность, что позитроны были созданы квантами ядерного света, т. е. γ-лучами.

Дальнейший анализ этого явления показывает, что каждый позитрон (так для краткости называют положительный электрон) обязательно сопровождается компаньоном — электроном, т. е. одновременно с позитроном создается и отрицательный — обычный — электрон.

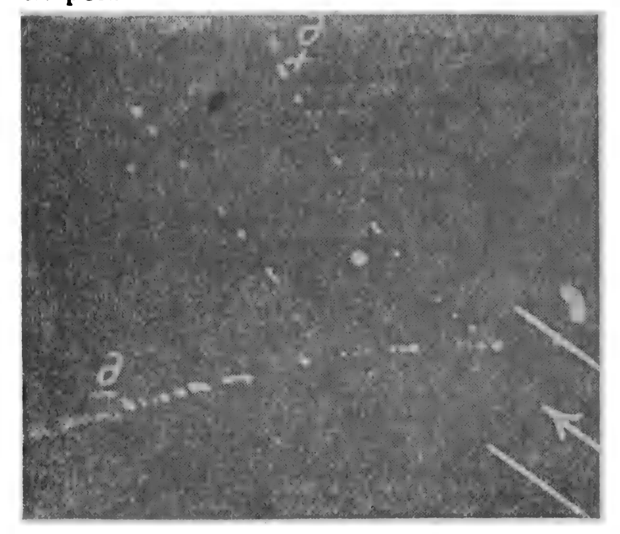


Рис. 5

Образование такой пары — позитрона и электрона — видно на Вильсоновской фотографии, воспроизведенной на рис. 5. В этом случае потоком квантов освещалась не пластинка, а газ, содержащийся в камере Вильсона. Один из искривленных путей является путем позитрона, другой — путем электрона.

Отличить их друг от друга удается потому, что камера во время опыта находилась в магнитном поле, а оно изгибает путь положительной частицы в одну сторону, а путь отрицательной частицы — в другую.

Итак, мы видим, что порция световой энергии — квант — может исчезнуть, а вместо него появятся, создадутся две частицы — позитрон и электрон,—имеющие к тому же большие энергии.

Не противоречит ли это объяснение наблюденного явления сразу двум важнейшим законам природы — закону сохранения материи и закону сохранения энергии?

Первый из них гласит, что вещество не может ни появиться ни исчезнуть. Между тем, у нас появилось два новых, до того несуществовавших электрона, каждый из которых имеет вполне определенную массу.

Второй закон гласит, что энергия не может ни исчезать, ни появляться. Между тем, у нас полностью исчезла энергия светового кванта. Правда, зато у нас появилась энергия движения позитрона и электрона, но, если ее учесть, оказывается, что она меньше потерянной энергии кванта на целый миллион вольт.

Из этого затруднения мы выйдем, если примем, что энергия может превращаться в массу, в вещество, и, наоборот, вещество может превращаться в энергию. Тогда закон сохранения материи и закон сохранения энергии объединятся в один общий закон, который мы будем называть законом сохранения энергии. Мы тем более имеем основание сделать это допущение, что теория относительности Эйнштейна, еще задолго до открытия явления образования пар из чисто теоретических соображений приводила к тому же выводу.

Энергия в 1 миллион вольт не потерялась в процессе образования пары, а была истрачена на создание массы двух электронов; она превратилась в массы двух электронов.

Если энергия светового кванта превращается в два электрона — положительный и отрицательный, то, может быть, возможен и обратный процесс, т. е. превращение положительного и отрицательного электронов в световые кванты.

Действительно, такое явление — исчезновение позитрона и электрона и появление двух световых квантов — наблюдается, причем, если начальная энергия пары позитрон-электрон очень мала, то энергия, выделяющаяся в виде двух квантов, равна миллиону вольт.

Явление это известно под названием аннигиляции.

Благодаря явлению аннигиляции, позитроны не наблюдаются в природе в свободном виде. Появившись где-нибудь и попав в вещество, позитрон сталкивается с атомами этого вещества и постепенно растрачивает свою энергию на их ионизацию. В конечном счете, он потеряет всю свою энергию полностью.

Медленно блуждая среди электронов атомной оболочки, позитрон, в конце концов, подойдет к одному из электронов настолько близко, что соединится с ним; они оба исчезнут, и вместо них появятся два кванта света.

Мы остановились в этой статье лишь на самых узловых, центральных проблемах физики атомного ядра, опустив многие, очень важные моменты.

Если эта статья поможет вам уяснить себе, в какие глубокие тайники природы удается проникнуть физикам, как увлекательны задачи, которые приходится им решать и как широки возможности для применения инициативы, изобретательности и научной фантазии исследователя в этой области физики, то я сочту, что она достигла своей цели.

Научные основы ФОТОГРАФИИ

Чл.-корр. АН СССР А. И. Рабинович

В нашей предыдущей статье (см. „Наука и жизнь“, № 1, 1942) мы показали, что фотографический метод является мощным методом современного научно-технического исследования и что фотографическая пластинка или пленка, вообще фотографический светочувствительный слой пригоден не только для забавы или культурного отдыха, но и для весьма тонких наблюдений и измерений, которые иногда не могут быть осуществлены никакими другими способами. Но если мы пользуемся фотографическим слоем для целей количественного изучения, то сам этот слой должен быть также количественно, точно и систематически, т. е. научно, изучен. Поэтому изучение фотографических слоев и происходящих в них процессов разрослось за последние десятилетия в самостоятельную отрасль научного знания, которой посвящен ряд специальных журналов на различных языках и которая разрабатывается в целом ряде специальных научно-исследовательских институтов и лабораторий.

После Октябрьской революции Советский Союз также включился в эту работу, и она в нем развивается невиданными в других странах темпами, о чем свидетельствует необычайно быстрый рост нашей научной продукции и все повышающаяся доля участия советских специалистов в работах международных конгрессов по научной и прикладной фотографии.

Проблема сенситомерии. Разрозненные, хотя бы и очень многочисленные, наблюдения, факты, качественные зависимости превращаются в материал для точной науки только с того момента, как они объединяются какой-то количественной закономерностью. В фотографии такую закономерность впервые нашли и поэтому справедливо считаются основателями научной фотографии англичане Хэртер и Дриффильд (Hurter and Driffield), которые в 1890 г. опубликовали свои классические исследования, во многих отношениях не превзойденные до сих пор.

Они искали и нашли зависимость между количеством световой энергии, падающим на фотографический слой, и вызванным ею (после проявления и фиксирования) почернением этого слоя. Выражая для простоты эту зависимость графическим способом, они наносили на ось абсцисс (рис. 1) произведение интенсивности света I на продолжительность его действия (экспозицию) t, а на ось ординат — почернение в виде отношения непрозрачностей: O—слоя, на который подействовал свет, и O_0—слоя, не затронутого светом. Для того чтобы охватить больший

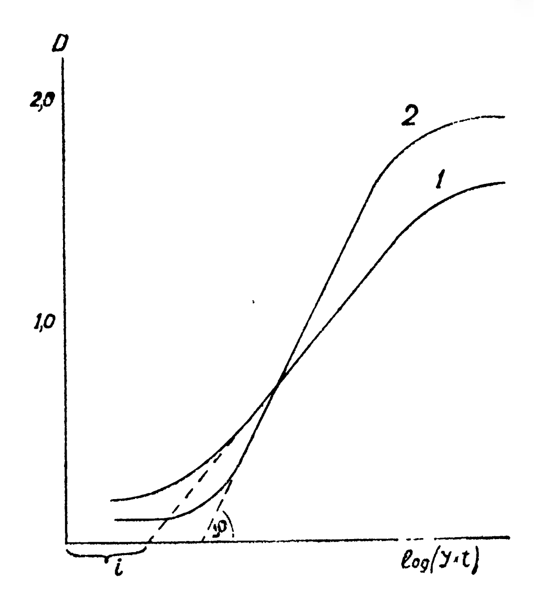


Рис. 1

диапазон тех и других величин, они наносили на график логарифмы этих величин: $\log It$ и $\log \frac{O}{O_0} = D$ (величина D называется оптической плотностью). Как видно на рис. 1, по мере нарастания количества световой энергии, падающей на фотографический слой, растет и его оптическая плотность. Однако получаемая при таком способе исследования „характеристическая кривая“, действительно лучше всего изображающая различные свойства фотографических слоев, не на всем своем протяжении прямолинейна. Чем больше эта прямолинейная ее часть, называемая „областью пропорциональной передачи“, тем больше „фотографическая широта“ светочувствительного слоя, тем он более совершенен и тем более пригоден для применения в научных исследованиях. Но, вообще говоря, форма характеристической кривой напоминает латинскую букву S; при очень малых и очень больших количествах световой энергии ($\log It$) почернение увеличивается менее быстро, чем в области пропорциональной передачи, и наклон характеристической кривой менее крут. Первый участок

называется „областью недодержек“, второй— „областью передержек“. Общий наклон характеристической кривой определяется касательной к ее прямолинейной части (пунктир на рис. 1). Тангенс угла φ, образуемого ею с осью абсцисс, обычно обозначаемый греческой буквой гамма: $\operatorname{tg} \varphi = \gamma$, получил название „коэффициента контрастности“. На рис. 1 изображены характеристические кривые двух различных светочувствительных материалов: кривая *1* имеет $\gamma = 1{,}2$ и соответствует „мягкому“ фотоматериалу, применяемому для портретов, в художественной фотографии и т. п.; кривая 2 имеет $\gamma = 2$ и соответствует „жесткому“, или „контрастному“, фотоматериалу, применяемому для репродукций, для научных съемок, для диапозитивов и т. п.

Пожалуй, самым трудным был вопрос количественного определения **светочувствительности**, имеющий большое практическое значение, так как от него зависит даваемая фотографом „экспозиция“, т. е. продолжительность „выдержки“ на свету данного фотоматериала.

Хэртер и Дриффильд решили этот вопрос следующим образом: упомянутая уже касательная к характеристической кривой отрезает на оси абсцисс отрезок, который они назвали „инерцией“ *i* и который, очевидно, тем короче, чем больше светочувствительность.

Поэтому последнюю они определили как некоторую постоянную величину ($= 34$), деленную на инерцию: светочувствительность по H. и D.

$$SHD = \frac{34}{i}.$$

Этот метод определения светочувствительности не вполне свободен от произвольных моментов, но он значительно более научен, чем все эмпирические методы, существовавшие до него. Поэтому он их постепенно вытеснил и до последнего времени удержался в ряде стран, в том числе и в нашем Союзе. Учитывая значительные успехи техники изготовления фотослоев и повысившуюся в несколько раз среднюю чувствительность, константу 34 пришлось заменить другой (10), но принцип метода остался неизменным.

Проблема синтеза фотографических эмульсий. Еще очень недавно производство фотографических пластинок и пленок, т. е. стекла или целлулоидной пленки, покрытых фотографической эмульсией, было таинственным процессом, глубоко засекреченным и известным лишь небольшому числу эмульсионеров, унаследовавших свои „рецепты“ от старших поколений и державших себя как чародеи. Вместе с тем в производстве господствовал грубый эмпиризм, каждый успех добывался в результате „удачи“, т. е. счастливого случая и ни о какой рациональной постановке производственного процесса не могло быть и речи. Недаром это производство называлось „варкой“ фотографической эмульсии, и эмульсионер имел много общего со старинным поваром, владельцем секретных рецептов.

В настоящее время положение коренным образом изменилось. Работы исследовательских институтов и лабораторий выяснили научные основы производства, и немалую роль в этом деле сыграли русские работы, особенно проф. К. В. Чибисова в Москве и К. С. Ляликова в Ленинграде.

Не имея возможности углубляться в детали, мы укажем лишь основные принципы тех процессов, которые протекают при изготовлении фотоэмульсий. Рациональное, сознательное их изготовление К. В. Чибисов правильно назвал „синтезом“.

Подложка (стекло или целлулоид), покрытая специальным „подслоем“, обеспечивающим лучшую связь слоя с подложкой, покрывается тонким (15—20 μ в сухом состоянии) светочувствительным слоем фотографической эмульсии, при помощи специальных поливных машин. Эта „эмульсия“, выражаясь более строгим научным языком, представляет собою суспензию мельчайших кристалликов бромистого серебра ($AgBr$), взвешенных в коллоидальной среде — желатине; она готовится сливанием нагретых растворов азотнокислого серебра и бромистого калия (вместе с желатиной). При этом происходит химическая реакция

$$AgNO_3 + KBr \rightleftarrows AgBr + KNO_3$$

в результате которой, наряду с выпадающими труднорастворимыми кристалликами $AgBr$, получается калийная селитра (KNO_6), остающаяся в студне. Чтобы избавиться от селитры, студень измельчают и тщательно промывают водой.

Через несколько минут после полива среда застывает в прочный студень, который затем высыхает, и положение кристалликов $AgBr$ в нем таким образом фиксируется. Кристаллики бромистого серебра, которые собственно и являются светочувствительным компонентом эмульсии, очень малы (0.2 — 5 μ) и в большинстве случаев имеют форму плоских тонких пластинок, располагающихся параллельно подложке, во много слоев. Размер, форма и свойства поверхности этих кристалликов и определяют разнообразные фотографические свойства полученной эмульсии, суммарно выражаемые „характеристической кривой“.

Кристаллики первоначально получаются очень мелкими, в процессе дальнейшей обработки эмульсии размеры их увеличиваются.

Как показал американский исследователь Шеппард, при этой обработке с поверхностью бромистого серебра реагируют сернистые соединения, находящиеся в желатине в ни-

чтожных количествах. В результате ряда реакций, в конце концов, на поверхности микроскопических кристалликов AgBr появляются еще гораздо более мелкие, невидимые ни в какой микроскоп пятнышки, или островки, сернистого серебра Ag_2S, которым приписывается роль „центров светочувствительности". Чем их больше, тем бо́льше чувствительность эмульсии. На крупных зернах вероятность образования хотя бы одного такого „центра" больше, чем на мелких, и этим объясняется давно замеченная бо́льшая чувствительность крупнозернистых эмульсий.

Проблема скрытого изображения. Одной из наиболее важных и в то же время наиболее таинственных проблем научной фотографии долгое время оставалась проблема скрытого изображения. Фотографический слой подвергся действию света. В нем произошли какие-то изменения, которые нельзя обнаружить никакими, хотя бы самыми тонкими, физическими методами. Но если положить такую пластинку или пленку в раствор проявителя, то она почернеет, и при том тем сильнее, чем ярче или дольше действовал свет, а неэкспонированная пластинка не чернеет. Значит, в экспонированной пластинке есть какое-то невидимое, „скрытое", или „латентное", изображение.

Для объяснения его природы было придумано много различных теорий, но только в последние годы были нащупаны пути для научного решения этого вопроса.

Уже в 1921 г. Фаянс в Германии и Шеппард в США теоретическим путем пришли к следующей схеме фотохимического процесса, происходящего в бромистом серебре при действии света:

$$Ag^+ + Br^- + h\nu = Ag^+ + Br + \ominus$$
$$Ag^+ + \ominus = Ag.$$

Если эти формулы расшифровать, то они означают следующее: действием кванта света ($h\nu$) от отрицательного иона брома в кристаллической решетке AgBr отрывается электрон $\ominus$, который затем присоединяется к положительному иону серебра, превращая его в нейтральный атом. Ион брома, потеряв свой электрон, также превращается в атом и уходит в виде газа или соединяется с окружающей желатиной.

Первичным актом здесь является отрыв от брома электрона, который остается в кристаллической решетке и может в ней передвигаться. Однако получившаяся система малоустойчива и недолговечна. Кристаллическая решетка типа AgBr прочна и жестка, потому что она сдерживается мощными электростатическими силами, действующими между противоположно заряженными ионами Ag^+ и Br^-; в том месте, где ионы превратились в атомы, электростатические силы ослаблены, и атомы приобретают некоторую свободу передвижения. Неустойчивые отдельные атомы серебра собираются вместе в более или менее крупные скопления, комки, коллоидные частицы.

Такая схема образования скрытого изображения весьма вероятна, однако, она требует экспериментального подтверждения.

Нужно доказать, что при освещении галоидного серебра действительно получается свободное (металлическое) серебро и газообразный галоид, который может уходить в атмосферу.

В ряде очень тонких исследований Коха и Крайса, Гартунга, Фейка и Шаума и других, было доказано, что при освещении AgBr выделяется серебро и улетает (в пустоте) бром, но все же эти работы не разрешили проблемы скрытого изображения: количества падавшего на AgBr света, при которых удавалось получить едва заметные следы серебра, были громадны по сравнению с теми, которые действуют при нормальных фотографических экспозициях. Теория Фаянса и Шеппарда подтвердилась, но не для скрытого изображения, а для видимого почернения, знакомого любителям по дневным бумагам.

Новый подход к экспериментальному решению этой сложной проблемы нашел геттингенский физик Р. Поль, который начал в 1926 г. замечательную серию работ, правда, не над солями серебра, а над галоидными солями щелочных металлов в форме очень больших (величиною с кулак и больше) монокристаллов, искусственно им выращенных. Как известно, бесцветные и прозрачные соли, как, например, NaCl, KJ, LiBr и т. п., видимого света не поглощают и, следовательно, в обычном смысле несветочувствительны. Но в ультрафиолетовой части спектра они имеют резкие полосы поглощения в области от 160 до 250 mμ. Если освещать их светом такой длины волны, то они чуть заметно окрашиваются, т. е. у них появляется новая полоса поглощения, лежащая уже в видимой части спектра, в пределах 400—800 mμ. Правда, эта полоса очень слабая, примерно в миллион раз слабее ультрафиолетовой полосы поглощения. На тонких микроскопических кристаллических пластинках, подобных тем, которые находятся в фотографических эмульсиях, заметить ее никому не удавалось. Поль и его ученики заметили ее только потому, что они изучали кристаллы толщиною в несколько миллиметров. Различными путями было доказано, что эта новая полоса поглощения вызывается появлением в кристаллической решетке свободных атомов щелочных металлов; при освещении их теми лучами, которые они поглощают, с них срываются электроны, и они снова превращаются в ионы бесцветной соли (полоса выцветает). Сорванные электроны движутся в кристаллической решетке и

вызывают фотоэлектрический ток. На этом основан второй физический метод обнаружения скрытого изображения.

Изучение вторичной полосы поглощения позволила подсчитать число вызывающих ее нейтральных атомов. Оно оказалось равным числу поглошенных кристаллом квантов света. Таким образом, каждый поглощенный квант света срывает один электрон с иона Br^{-}.

Эти замечательные исследования Р. Поля и его сотрудников позволяли, однако, строить только косвенные заключения о том, что происходит при освещении кристаллов бромистого серебра в фотографической эмульсии. Позже те же авторы перешли к непосредственному изучению солей серебра, и многие оставшиеся неясными пункты получили разъяснение.

Соли серебра отличаются тем, что у них и первичная и вторичная полосы поглощения шире, более размыты и поэтому частично налагаются друг на друга (см. рис. 2, изображающий эти полосы в различном масштабе). Кроме того, у них при освещении монохроматическим светом выцветает не вся вторичная полоса, а только узкая ее часть, соответствующая освещению.

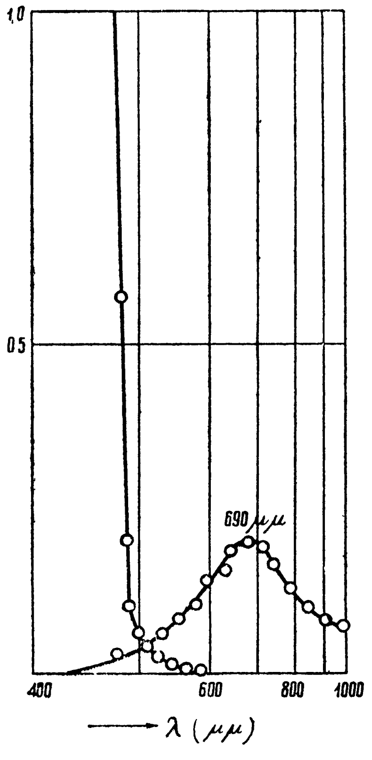


Рис. 2.

Сначала эти особенности солей серебра вызывали недоумение, но в настоящее время они в значительной мере разъяснены. Вторичная полоса поглощения в $Ag^{+}X^{-}$ вызывается не отдельными атомами, а сравнительно крупными их скоплениями, т. е. коллоидными частицами серебра различной величины. Каждая группа этих частиц, отличающаяся приблизительно одинаковым размером, поглощает определенную узкую часть спектра. Совокупность их дает широкую полосу поглощения. При падении на кристалл узкого (монохроматического) участка спектра он поглощается только частицами определенного размера, которые отдают свои электроны. Узкая часть полосы при этом выцветает, а электроны, обладающие в солях серебра большой подвижностью, дают фототок.

Весьма ценные исследования в том же направлении произвели в Ленинграде М. В. Савостьянова и Т. П. Кравец. Было бесспорно доказано, что центры, появляющиеся при освещении кристаллов галоидных солей серебра, имеют не атомарную, а коллоидную степень измельчения. При больших освещениях, — правда, значительно превышающих фотографические экспозиции, — эти центры удалось наблюдать под ультрамикроскопом.

Большой успех был достигнут в 1937 г. голландскими учеными Ван Крефельдом и Юрриенсом. Как было сказано выше, появление в фотографическом слое скрытого изображения настолько мало изменяет поглощение света слоем, что непосредственно обнаружить его на фотографических эмульсиях до последнего времени не удавалось. Лучшие методы измерения поглощения света позволяли заметить изменения не меньше 0.5%. Голландские исследователи разработали новый дифференциальный метод измерения поглощения, дающий точность до 0.005% (в сто раз больше), что позволило им непосредственно измерить то ничтожное потемнение фотографического слоя, которое появляется в нем при образовании настоящего скрытого изображения, т. е. при тех чрезвычайно коротких экспозициях, которые применяются в фотографии.

Таким образом, изложенная выше теория скрытого изображения полностью подтвердилась.

Однако эта теория была не совсем полна: судьба атомарных центров серебра в кристалле, механизм их коагуляции, т. е. соединения в более крупные, коллоидальные „центры проявления", почти не рассматривались. Этот пробел был заполнен в 1938 г. двумя английскими физиками, Мотт и Гэрней, которые дали стройную теорию всех важнейших стадий фотографического процесса (в том числе и образования скрытого изображения) с точки зрения современной квантовой механики. Не имея возможности на страницах нашего журнала углубляться в эту сложную теорию, мы все же постараемся дать общее представление о взглядах Мотта и Гэрнея на происхождение скрытого изображения.

Мотт и Гэрней принимают вышеизложенную теорию, согласно которой частицы скрытого изображения, т. е. центры проявления, состоят из металлического серебра. Они считают также, что освобожденные светом электроны могут двигаться внутри кристаллической решетки, но налагают лишь одно дополнительное условие, вытекающее из квантовой механики: энергия свободного электрона не может превосходить энергию связанного на любую величину; между ними должна наблюдаться определенная минимальная разница. Поэтому если изобразить запас энергии каждого электрона в кристалле горизонтальной

линией, находящейся на определенном уровне от нуля (рис. 3, слева), то энергии всех связанных электронов изобразятся полосой близких друг к другу уровней. Поглотивши квант света $h\nu$, любой из этих электронов может перескочить в новую полосу энергетических уровней, где он обладает бо́льшим запасом энергии и может свободно передвигаться по кристаллу, как в металле. Передвигаясь, электрон создает электрический ток, кристалл начинает проводить электричество (внутренний фотоэлектрический эффект), поэтому эта полоса называется „полосой проводимости".

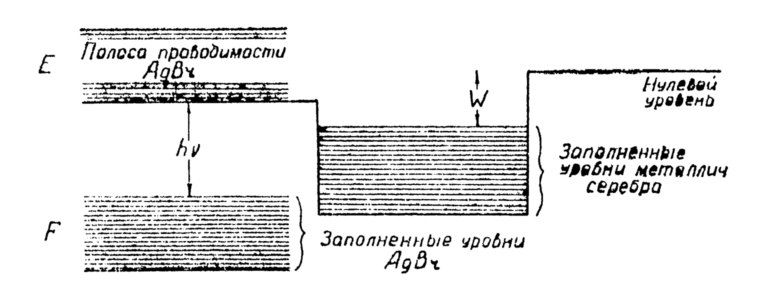


Рис. 3

Мы говорили уже выше, что в кристалликах AgBr имеются ничтожного размера пятнышки из металлического или сернистого серебра. Эти пятнышки называются „центрами чувствительности". Гэрней и Мотт предполагают, что „нормальные уровни" электронов в этих пятнах расположены ниже, чем в полосе проводимости AgBr, и если электрон, поглотивший квант, перескочил в полосу проводимости, то ему легко свалиться в нормальную полосу Ag или Ag_2S, где он и остается пойманным.

Электроны сообщают „центру чувствительности" свой отрицательный электрический заряд. Центр заряжается отрицательно, и заряд его растет, пока на кристалл AgBr действует свет, перебрасывающий электроны с нормальной полосы в полосу проводимости.

Дальнейший важный факт заключается в том, что не все ионы прочно сидят на своих местах в кристаллической решетке; под влиянием теплового движения часть их оказывается сорванной со своих мест, и притом тем большая часть, чем выше температура кристалла. Такие ионы свободно движутся по решетке, создавая некоторую проводимость. Когда положительно заряженный „блуждающий" ион приближается к отрицательно заряженному „центру чувствительности" (см. выше), он к нему притягивается электростатическими силами, заряды их взаимно нейтрализуются, и получившийся нейтральный атом серебра прилипает к центру. За счет таких „блуждающих тепловых" ионов Ag центры быстро растут до размеров коллоидной частицы.

Некоторые следствия из этой теории были экспериментально проверены в самое последнее время Бергом, Мендельсоном и др. (образование скрытого изображения при низких температурах и др.) и дали ей блестящее подтверждение.

Тем не менее, ее нельзя еще считать окончательно доказанной; в ней много произвольных допущений, которые требуют проверки; подкупает в ней особенно стройность и единство объяснения различных стадий фотографического процесса.

Проблема оптической сенсибилизации. Сущность и значение оптической сенсибилизации для фотографии и многочисленных ее приложений были нами описаны в предыдущей статье. Бромистое серебро, являющееся основой громадного большинства светочувствительных материалов, чувствительно к невидимым ультрафиолетовым лучам, а из видимых — только к фиолетовым и синим. Большинство же лучей спектра — зеленые, желтые, оранжевые, красные — не действуют на бромистое серебро, и фотография была бы к ним слепа, если бы не случайное открытие оптической сенсибилизации Фогелем в 1873 г. Он нашел, что некоторые органические красители, прокрасив фотографический слой, сообщают ему чувствительность к тем лучам спектра, которые они сами поглощают. С тех пор практика оптической сенсибилизации достигла громадных успехов: получены сотни различных красителей-сенсибилизаторов со все улучшающимися свойствами. Можно сказать, что эмульсии без сенсибилизаторов изготовляются теперь только для специальных целей: репродукционные (для чертежей), топографические и т. п. Все остальные негативные фото- и киноматериалы сенсибилизируются. В настоящее время у нас в СССР синтезированы все сенсибилизаторы, применяющиеся за границей, и немало оригинальных.

Таково положение техники; к сожалению, положение теории сенсибилизации значительно хуже: она отстает от техники, что через

некоторое время может затормозить дальнейшее развитие последней. До сих пор остается нерешенным первый и основной вопрос, возникающий при обсуждении этой проблемы: какие красители являются сенсибилизаторами и есть ли простая и понятная связь между химическим составом и структурой красителя и его сенсибилизирующей способностью. Из бесчисленного множества органических красителей, синтезированных химиками, только представители двух групп— фталеиновые и цианиновые красители — обладают свойством сенсибилизировать соли серебра к цветным лучам. С точки зрения структурной химии эти красители обладают тем общим свойством, что в них тяжелые части молекулы, так называемые ароматические кольца, соединены более или менее длинными цепочками, состоящими из повторений простой метиновой группы, CH, состоящей из углерода и водорода. Поэтому их иногда объединяют в одну группу полиметиновых (т. е. многометиновых) красителей. Чем сложнее их состав, чем тяжелее молекула, чем больше длина полиметиновой цепи, тем в более далекую (инфракрасную) область спектра сенсибилизирует краситель.

Однако связь со структурой здесь очень тонкая, и пока мы заранее не можем предсказать, будет ли сенсибилизатором заново синтезированный краситель.

Уже со времени Фогеля было понятно, что одним из необходимых условий сенсибилизирующего действия красителя является его теснейшая связь с микрокристаллами бромистого серебра. Фогель формулировал это правило как необходимость прокрашивания кристалликов красителем. После классических работ Фрейндлиха, Лэнгмюра, Гаркинса и др., установивших значение адсорбции в ряде физико-химических процессов, это правило формулируется несколько иначе: сенсибилизируют только те красители, которые адсорбируются бромистым серебром, т. е. осаждаются на поверхности его кристалликов. Это, повидимому, закон, но обратное положение неверно: далеко не все красители, которые адсорбируются AgBr, его сенсибилизируют.

Другой, весьма важный и до сих пор не решенный вопрос: что происходит с молекулой адсорбированного красителя после того, как она сыграла свою роль в акте сенсибилизации: разрушается ли она, восстанавливается ли до прежнего состояния или вообще не испытывает никаких изменений? Имеются некоторые основания в пользу последнего взгляда, так как опыты Лещинского, Толлерта, Я. И. Бокиника и других показали, что на каждую молекулу адсорбированного красителя выделяется не один атом серебра, а по крайней мере несколько десятков. Следовательно, краситель как будто не страдает, участвуя в процессе сенсибилизации; однако, он может и пострадать, а затем быстро залечить свои раны и снова быть готовым „к бою". Наконец, в последнее время получены некоторые данные, говорящие о том, что при очень больших засветках (а упомянутые опыты производились именно так) серебро продолжает выделяться, когда краситель уже давно разрушен и практически отсутствует; сенсибилизатором здесь, повидимому, является выделившееся в начале процесса серебро, которое поглощает почти все лучи спектра. Если это так, то могла бы оправдаться первая гипотеза — о необратимом разрушении молекулы красителя в акте сенсибилизации.

Наконец, наиболее важный и общий вопрос — о механизме процесса сенсибилизации — также до сих пор не решен, хотя для его объяснения придумано большое число гипотез. Мы остановимся только на двух из них, которые имеют, пожалуй, больше всего шансов на окончательный успех.

Одна из них — гипотеза „передачи энергии ударами второго рода" — предполагает, что роль молекулы красителя-сенсибилизатора, адсорбированной на поверхности кристаллика бромистого серебра, ограничивается тем, что она улавливает, поглощает свет той спектральной области, в которой бромистое серебро само неспособно поглощать свет и передает поглощенную энергию, уже в каком-то другом виде, бромистому серебру, которое при этом разлагается на бром и свободное серебро. Аналогичные факты передачи энергии „ударами второго рода" были открыты автором этой теории, известным физиком Дж. Франком, в газовой среде. Может ли такая передача осуществляться в значительно более сложной твердой среде, да еще на границе раздела красителя и серебряной соли, не вполне ясно, тем более что и для явлений в газовой среде возникли сомнения в правильности их объяснения по Франку. Хороша эта гипотеза своей простотой; она сразу объясняет результаты Лещинского, Толлерта и др.: молекула красителя ничуть не страдает от участия в процессе сенсибилизации — она улавливает световую энергию и сейчас же передает ее дальше; кванты света, вплоть до далекого инфракрасного, хотя и очень малы, но совершенно достаточны для разложения AgBr; если они его не разлагают в отсутствии красителя, то это объясняется не тем, что они чересчур малы и энергии их нехватает, а тем, что AgBr их не поглощает.

Другую гипотезу, объясняющую механизм сенсибилизации, можно назвать „гипотезой фотоэлектрического эффекта". Она предполагает, что свет, поглощенный молекулой красителя, вырывает из нее электрон (внутренний фотоэффект). Так как эта молекула адсорбирована на бромистом серебре, т. е. находится с ним в чрезвычайно тесном контакте, то освобожденный электрон может перебраться

в бромистое серебро и там нейтрализовать ион серебра Ag^+, переведя его в нейтральный атом Ag. Дальше процесс идет как при обычном (несенсибилизированном) образовании скрытого изображения. Эта теория неоднократно высказывалась различными авторами (Мекке, Шеппард и др.) и в самое последнее время получила неожиданное подкрепление со стороны Мотта и Гэрнея. Тем не менее, вопрос далеко еще нельзя считать ясным. В теории Мотта и Гэрнея имеется много недоказанных и произвольных допущений, и объяснить все наблюдаемые факты она в настоящее время не может.

Таково положение теории оптической сенсибилизации, в которой поставлен ряд интересных вопросов, но окончательно разрешено лишь немного.

Проблема проявления. Пластинка или пленка со скрытым изображением погружается в ванну с проявляющим раствором. Известно, что в этот момент на каждый квадратный сантиметр слоя имеется около двадцати миллионов атомов серебра, составляющих скрытое изображение. Проходит несколько минут, изображение проявляется до конца, появляются густые черные света и светлые тени негатива. При средней оптической плотности $D=1$ (см. выше, стр. 23), в проявленном изображении на 1 см² приходится около $3 \cdot 10^{18}$ атомов Ag. Таким образом, в процессе проявления количество серебра возросло в полтораста миллиардов раз; во столько же раз „усилилось" скрытое изображение. Понятно, что многие „чудеса" современной фотографии, особенно сверхбыстрые съемки при экспозициях в одну стотысячную долю секунды и т. п., возможны только благодаря проявлению. Бромистое серебро не является наиболее светочувствительной солью серебра: если мы рядом выставим на сильный свет, например, на солнце, пластинки, смазанные хлористым и бромистым серебром, то хлористое серебро потемнеет скорее и сильнее бромистого; то значение, которое бромистое серебро приобрело для фотографии, связано именно с его способностью хорошо проявляться. После погружения в проявляющую ванну обычно проходит некоторое время, иногда несколько минут, пока начнется видимое почернение слоя. Это время называется „индукционным периодом". Природа его неясна.

С пребыванием в проявляющей ванне степень почернения „светов" негатива постепенно растет; одновременно растет и контраст, т. е. угол наклона средней части характеристической кривой.

Что собою представляют проявляющие вещества? В настоящее время — это исключительно органические, так называемые ароматические вещества, т. е. производные бензола и нафталина, в которых некоторые атомы водорода замещены гидроксилом OH, амино-группой NH_2 или атомами галоидов Cl или Br, причем эти замещающие группы должны быть определенным образом расположены в молекуле. Накопление замещающих групп в одной молекуле повышает проявляющую способность. Бр. Люмьер и Андрезен нашли много подобных эмпирических правил, но общего закона, их объединяющего, пока найти не удалось, и каким образом химическая структура влияет на проявляющую способность — пока еще неясно.

С другой стороны, известно, что все проявляющие вещества представляют собой химические восстановители средней силы. Действительно, с химической стороны процесс проявления представляет собой не что иное, как восстановление бромистого серебра в свободное (металлическое) серебро:

$$Ag^+Br^- + \text{восст.} \rightleftarrows Ag + 2br + \text{окисл.}$$

причем восстановитель в этом процессе окисляется. Если восстановитель слишком слаб, он вообще не способен проявлять, т. е. восстанавливать AgBr; если он слишком силен, он восстанавливает все бромистое серебро сплошь, независимо от того, подвергалось ли оно большему или меньшему воздействию света. И только избранные восстановители средней силы представляют собой проявители, т. е. восстанавливают только то бромистое серебро, которое содержит скрытое изображение, и притом пропорционально силе и продолжительности подействовавшего на него света.

Как протекает самый процесс проявления, каков его механизм?

По этому поводу было предложено немало хитроумных гипотез, но в настоящее время серьезное значение сохранили две основные теории.

Более старая „теория пересыщения", появившаяся в конце прошлого столетия в связи с успехами теории растворов, предполагает, что зерна бромистого серебра растворяются в проявляющем растворе в виде ионов Ag^+ и Br^-. Ионы Ag^+ в растворе встречаются с ионами проявляющего вещества (например, гидрохинона) и превращаются в нейтральные атомы серебра. Так как растворимость их в воде ничтожна, то очень скоро получается пересыщенный раствор серебра, который стремится куда-нибудь выделить избыток серебра. Если зерна AgBr подверглись засветке, то на них имеются крохотные невидимые центры проявления, т. е. микрокристаллики серебра, составляющие скрытое изображение. На них и происходит отложение, кристаллизация избыточного серебра из раствора, быстрый рост зародышей, который вскоре делает их видимыми; в дальнейшем все бромистое серебро освещенных

зерен превращается в черное металлическое серебро.

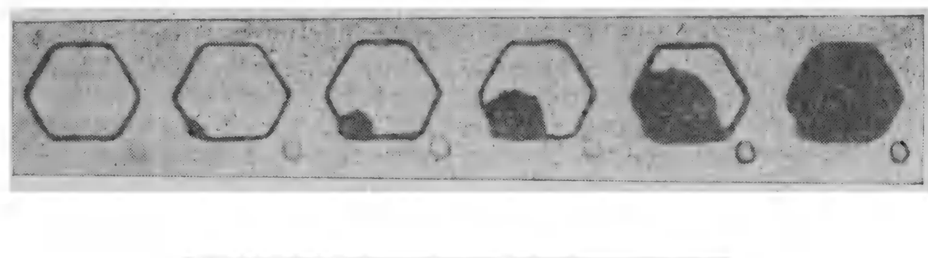
Другая теория, адсорбционно-каталитическая, предполагает, что процесс проявления, т. е. восстановления бромистого серебра в металлическое, протекает на самой границе между проявляющим раствором, кристаллическим бромистым серебром и невидимым серебряным зародышем скрытого изображения, который служит „катализатором“ этого процесса (Фольмер). Адсорбционная теория, разработанная автором настоящей статьи, уточняет это представление о катализе: экспериментально было доказано совместно с С. С. Пейсаховичем и др., что проявляющие вещества (гидрохинон, адурол и др.) адсорбируются на высокодисперсном (коллоидном) серебре. Адсорбция изменяет свойства частиц проявляющих веществ, повышая их активность; поэтому в непосредственной близости к серебряным центрам скрытого изображения скорость восстановительного процесса резко повышается; образуется свежая зона восстановленного серебра, которая вновь адсорбирует проявляющее вещество из раствора и т. д. Процесс распространяется все увеличивающимися кольцевыми зонами, и скорость его, т. е. количество серебра, выделяемое в единицу времени, все возрастает. Такие реакции принято называть „автокаталитическими“. В том, что все это в действительности происходит именно так, можно убедиться, взглянув на верхнюю серию снимков рис. 4.

Она представляет собою ряд микрофотографий, которые нам совместно с Е. М. Штейфон удалось сделать в 1937 г. с отдельного зерна фотографической эмульсии, проявляющегося на столике микроскопа. Снимки сделаны, примерно, через равные промежутки времени, около 10 секунд. Форма и размер зерна при этом полностью сохраняются, но оно превращается из AgBr в Ag. О каком-либо видимом растворении зерна не может быть и речи. Нижняя серия представляет собою интересный случай бурного проявления в более крепком растворе и с бо́льшим избытком щелочи. Здесь первоначально масса серебра вырывается из зерна в виде языка, или „протуберанца“, затем язык несколько медленнее нарастает, и почернение распространяется внутрь зерна. При этом зерно медленно движется, несмотря на сопротивление желатинового студня, в направлении, обратном вырвавшемуся языку.

Если последний сравнить со снарядом, то движение зерна можно сравнить с „отдачей“, или откатом, артиллерийского орудия. Нижний конец зерна проходит расстояние в несколько микрон, о чем можно судить, сравнивая его последовательные положения с положением неподвижного непроявляющегося зернышка (слева наверху).

Недостаток места не позволяет нам остановиться и на интересных новых теориях проявления, предложенных Шварцом, Джэмсом и другими авторами, а также коснуться научного истолкования дальнейших стадий фотографического процесса: фиксирования, получения позитивов и в особенности увлекательных и своеобразных методов цветной фотографии.

Нашей задачей было показать на нескольких примерах, что процессы, протекающие в фотографическом слое, начиная с его приготовления и испытания и кончая его обработкой, представляют глубокий физико-химический интерес и являются достойными трудным объектом научного исследования.



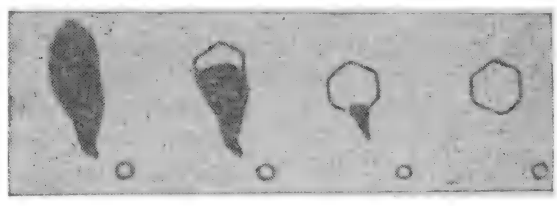


Рис. 4.

Как ведут стрельбу по самолетам

Н. Шмелев

В прежние времена, когда стреляли из пушек с гладкими каналами без нарезки, когда цель была близка, а точность стрельбы очень невелика, пушка наводилась прямо на-глаз, так, как теперь наводится ружье. Времена эти давно прошли. Навести современное орудие на цель на-глазок уже не представляется возможным. Возникла необходимость в приборах, по которым можно было бы найти данные для установки орудия. Для орудий различного назначения — морских, береговых, наземных, зенитных и т. д. — были придуманы и стали употребляться различные приборы управления артиллерийским огнем (ПУАО). Ясно, что чем сложнее условия стрельбы, тем более сложными должны быть эти приборы.

С наиболее трудными условиями приходится сталкиваться артиллеристу, когда ему приходится вести стрельбу по самолетам. Эти трудности возникают не только от того, что самолет — цель сравнительно маленькая, и для того, чтобы ее поразить, необходима очень большая точность стрельбы. Главная трудность заключается в том, что скорость самолета близка к скорости движения снаряда. Поэтому за то время, пока снаряд долетит до того места, где самолет находился в момент выстрела, последний успеет отлететь от этого места на несколько сот метров и уйти, таким образом, из поражаемой зоны. Для того, чтобы попасть в самолет, необходимо, очевидно, стрелять не в ту точку, в которой в это время он находится, а в какую-то впереди лежащую точку, в которой должны встретиться снаряд и самолет. Нахождение такой точки и представляет задачу, которая стоит перед артиллеристом. Для решения этой „задачи встречи", как ее обычно называют, существует большое число приборов, которые носят общее название „приборов управления артиллерийским зенитным огнем" (ПУАЗО).

Ясно, что для того, чтобы можно было решить задачу встречи, необходимо прежде всего знать две вещи: как будет двигаться снаряд, вылетевший из дула орудия, и как будет двигаться самолет, после того как произведен выстрел.

Движение снаряда может быть изучено экспериментально и в известной мере рассчитано теоретически. После достаточно долгих испытаний составляются графики траекторий снарядов при различных наклонах орудий, или, как говорят артиллеристы, при различных „углах возвышения". Единственное, правда, довольно существенное, затруднение состоит в том, что эти траектории изменяются в зависимости от силы ветра. Однако существуют хорошо разработанные методы внесения поправок на силу и направление ветра, которые обеспечивают достаточную для практических целей точность.

Значительно хуже обстоит дело с движением самолета. Если бы нам было известно, как будет двигаться самолет после выстрела, то задача встречи была бы лишь немногим сложнее, чем излюбленная всеми составителями арифметических задачников задача о том, где встретятся два пешехода, если они выехали с известными скоростями один из города A, а другой из города B.

В действительности же, конечно, дело обстоит совсем не так. Движение самолета подчинено воле пилота, и, строго говоря, мы ничего не можем сказать о том, как направит пилот свой самолет после того, как произведен выстрел. Поэтому решить „задачу встречи" можно только приближенно, с большей или меньшей точностью. По необходимости приходится заранее принять ту или иную гипотезу о том, как будет двигаться самолет после выстрела. Наиболее просто допустить, что самолет будет продолжать свой полет с постоянной скоростью, на той же высоте, на которой он находился в момент выстрела. Другая гипотеза, которую часто принимают, состоит в том, что самолет будет продолжать двигаться не на постоянной высоте, а в той же плоскости. Можно придумать и более сложные гипотезы, например, считать, что постоянной считается не скорость самолета, а его ускорение, но чем сложнее гипотеза, тем сложнее и решение задачи.

Не следует забывать, что при решении задачи встречи мы должны исходить из данных о положении самолета не в момент выстрела, а перед началом вычислений. Поэтому, чем сложнее вычисления, тем дольше будут они проводиться, и, следовательно, тем больше будет отличаться истинное по-

ложение самолета от положения, вычисленного на основании той или иной гипотезы. Вычисления должны производиться поэтому не самим артиллеристом, так как человек считает медленно, а автоматически, с помощью специальных приборов (ПУАЗО). При этом задача должна решаться прибором непрерывно, т. е. так, чтобы на прибор непрерывно поступали данные о положении самолета (координаты цели), а прибор все время вырабатывал данные для установки орудия (координаты упрежденной точки). Эти данные должны также непрерывно поступать на орудие, и орудие потому будет всегда готово к стрельбе.

Мы не будем описывать всех многочисленных существующих систем ПУАЗО, работающих на основе различных гипотез, а остановимся только на одной системе для того, чтобы можно было получить представление об их работе[1].

Предварительно нам придется сделать отступление о координатах, с помощью которых определяется положение цели. На рис. 1 в точке O находится прибор (или, что то же, орудие, так как они находятся в одном

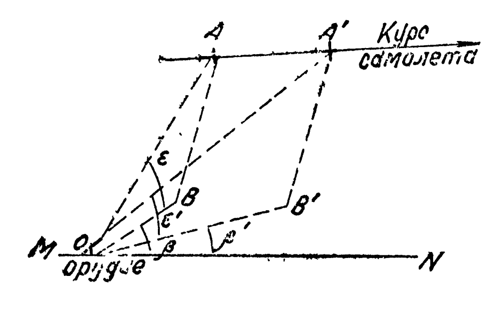


Рис. 1

месте). Положение точки A (самолета) определяется следующими величинами: высотой AB, измеренной с помощью дальномера, так называемым азимутом, т. е. углом β между плоскостью OAB и заранее выбранным направлением, и „углом места цели“, т. е. углом ε. Последние два угла — азимут и угол места цели — вводятся в прибор тем, что оптические трубы прибора наводятся на самолет.

В результате решения задачи встречи, находится так называемая упрежденная точка A', т. е. точка, в которую должен быть послан снаряд, чтобы он поразил самолет. Эта точка лежит, очевидно впереди самолета по его курсу. Ее координатами будут высота $A'B'$, упрежденный азимут β' и угол ε'. Вместо угла β, в том приборе, который мы будем описывать, в качестве третьей координаты используется упрежденная горизонтальная дальность OB. Все эти величины называют геометрическими координатами упрежденной точки. Однако геометрические координаты не могут быть использованы для стрельбы непосредственно.

Для того, чтобы произвести установку орудия, необходимо с помощью этих координат вычислить данные для орудия, так называемые баллистические координаты. Это — угол возвышения, упрежденный азимут и установка трубки. Угол возвышения есть тот угол, на который должен быть поднят ствол орудия. Об упрежденном азимуте мы уже говорили. Третья величина — установка трубки — определяет время, через которое разорвется снаряд после выстрела.

Таким образом, задача прибора двоякая. Во-первых, нужно определить геометрические координаты упрежденной точки и, во-вторых, получить из них координаты баллистические.

В соответствии с этим, прибор ВЕСТ, который мы опишем в качестве типического, собственно говоря, состоит из двух отдельных приборов — планшета построителя, на котором решается задача встречи и получаются геометрические координаты, и баллистического преобразователя, на котором получают баллистические координаты.

Планшет построителя (рис. 2). На столе планшета построителя все время проектируется движение самолета. Центр оси каретки соответствует точке, в которой находится самолет. Эта ось связана с салазками, направляющими планками, муфтой и, наконец, с двумя оптическими визирами.

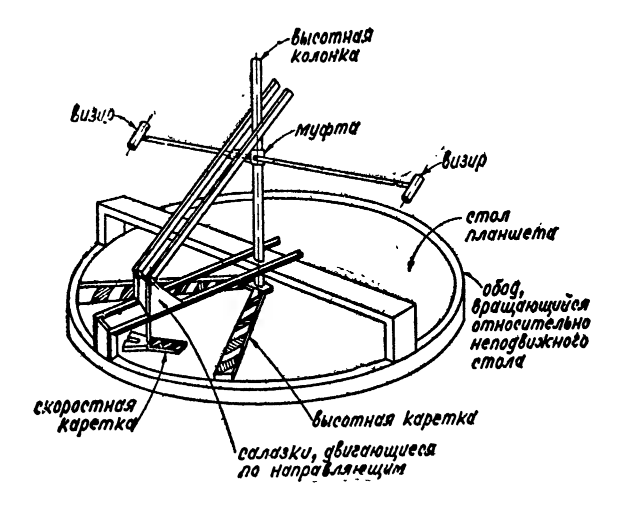


Рис. 2

Муфта, передвигающаяся по высотной колонке, устанавливается перед началом работы, сразу по обнаружении цели на высоте, соответствующей в масштабе прибора

[1] Большое число систем ПУАЗО описано в книжке Пчельникова, Приборы управления артиллерийским зенитным огнем, ч. I и II, Воениздат, 1940.

высоте самолета, измеренной с помощью дальномера.

Два специальных наблюдателя все время наводят оптические визиры на самолет. Один из этих наблюдателей, поворачивая весь прибор относительно стола, наводит его по азимуту. Другой, вращая визиры вокруг горизонтальной оси, наводит их по углу в вертикальной плоскости. Этим самым второй наблюдатель подтягивает салазки и вместе с ними и каретку, двигающуюся по столу.

Как легко видеть из рис. 3, при таких условиях центр оси каретки все время будет двигаться так же, как двигается самолет (конечно, в определенном масштабе), если только

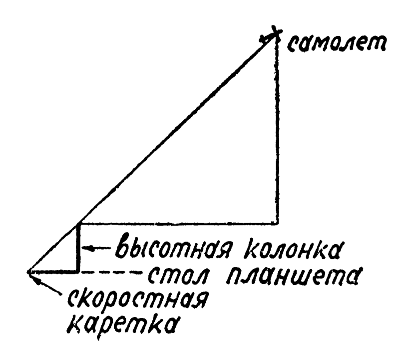


Рис. 3

последний не меняет своей высоты. Расстояние точки *B* от оси высотной колонки есть в масштабе прибора горизонтальная дальность цели.

Таким образом, стол планшета (рис. 4) соответствует плоскости движения самолета. Точка *A* есть самолет, а точка *O* — проекция

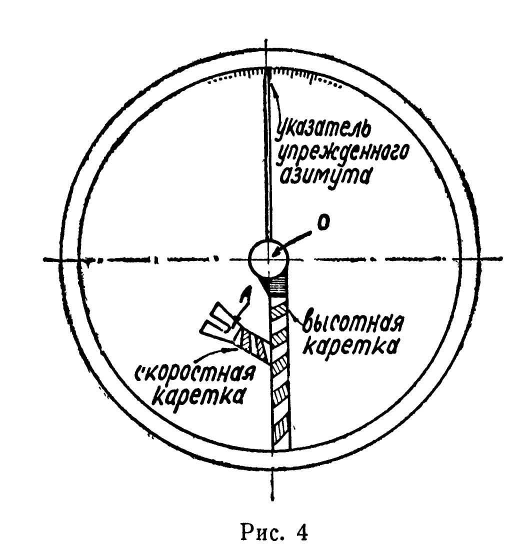


Рис. 4

места батареи на эту плоскость. Решение задачи встречи производится на столе одним наблюдателем (номером) — так называемым с о в м е щ а ю щ и м.

Прибор работает на основе гипотезы о том, что цель движется равномерно и прямолинейно. Это означает, что движение самолета после выстрела происходит по нити, натянутой по середине каретки. Каретка устроена так, что часть с нитью всегда направлена в сторону ее движения. Это достигается тем, что ролик смещен в заднюю тяжелую часть каретки.

Вокруг высотной колонки может вращаться еще так называемая высотная каретка[1], край которой есть проекция плоскости полета снаряда на плоскость стола[2].

Точка встречи снаряда и самолета должна находиться на пересечении нити каретки с краем высотной каретки. Задача совмещающего состоит в том, что, двигая высотную каретку, он устанавливает ее так, чтобы упомянутая точка была действительно точкой встречи. Для этого служат два графика, намотанных на обе каретки — высотную и скоростную. Изображенный на рис. 5 график, наматываемый на скоростную каретку дает зависимость пути самолета от его скорости при заданном времени. По замеренной заранее скорости самолета график устанавливается

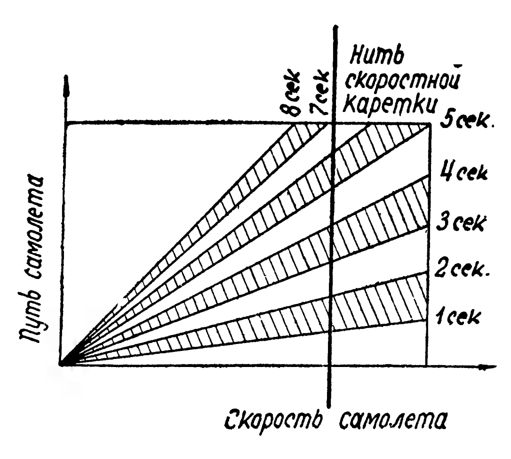


Рис. 5

так, чтобы нить каретки пересекала его на этой скорости. Тогда точки пересечения нити с прямыми графика представляют собой положение самолета соответственно через 1, 2, 3 сек. и так далее после момента наблюдения. Для удобства различные секторы окрашены в разные цвета.

На высотную каретку намотан график, изображенный на рис. 6. Кривые представляют собой место нахождения снаряда при различных высотах и углах возвышения орудия при заданном времени.

Подобно тому, как в предыдущем графике, на край каретки подводится соответствующая

---

[1] Таких кареток в действительности две, соответственно двум противоположным направлениям движения самолета.

[2] При этом мы пренебрегаем девиацией, т. е. отклонением снаряда от плоскости стрельбы. Учет ее производится специальными поправками.

высота. Тогда пересечение края каретки с кривыми графика определяет такую траекторию снаряда, летя по которой он попадет в плоскость полета самолета через 1 сек.,

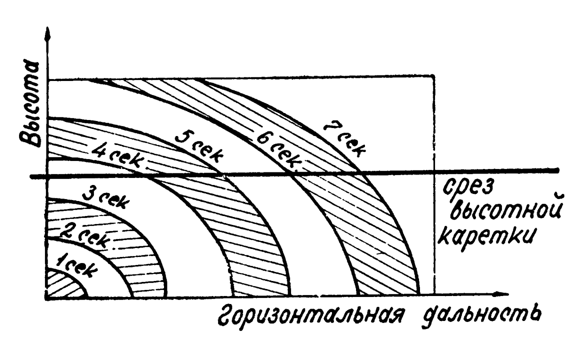


Рис. 6

2 сек. и т. д. (сами траектории за ненадобностью не наносятся на график).

Промежутки между кривыми окрашиваются в те же цвета, что и на предыдущем графике. Например, оба графика между кривыми, соответствующими 4 и 5 сек., окрашены в один и тот же цвет.

Если точка пересечения края высотной каретки с нитью каретки действительно точно отвечает встрече, то в этой точке оба графика должны иметь один и тот же цвет.

Таким образом, задача совмещающего — двигать высотную каретку до тех пор, пока в точке пересечения края каретки с нитью совпадут цвета обоих графиков. После того как это ему удалось, задача встречи решена. Упрежденный азимут снимается по указателю на другом конце высотной каретки, на ней же снимается и упрежденная горизонтальная дальность.

Упрежденная дальность, вместе с высотой, измеренной дальномером, поступает на баллистический преобразователь, а азимут — на орудие. В баллистическом преобразователе, с помощью графиков, по данной высоте и дальности автоматически определяются угол возвышения и установки трубки. Передача данных на орудие (а также с планшета на преобразователь) производится следующим образом. На орудии имеются три шкалы: для азимута, угла возвышения и прибора, устанавливающего трубку. Каждая шкала снабжена двумя стрелками. Одна из этих стрелок связана синхронно с баллистическим преобразователем и указывает на шкале соответствующие данные. Другая стрелка связана с маховиком, управляющим орудием, или прибором, устанавливающим трубку. Расчет орудия все время устанавливает его так, чтобы обе стрелки совпадали. Тогда орудие все время наведено в упрежденную точку и постоянно готово к стрельбе[1].

При таком приборе промежутки между выстрелами лимитируются только временем, необходимым для заряжения, и временем на откат и накат орудия.

Достоинство системы ВЕСТ — ее большая простота. Недостатки — несовершенная гипотеза о движении цели. Кроме того, сильно ухудшает качество стрельбы то, что высота и скорость измеряются и вводятся в прибор только в начале стрельбы, а не непрерывно.

Существуют другие системы ПУАЗО, в которых эти недостатки уменьшены, но зато сложность приборов сильно увеличивается, а вместе с тем падает и их надежность.

Эти приборы в большинстве построены на принципе счетных машин, решающих уравнения задачи встречи с помощью специальных счетных механизмов. Интересующихся нам придется отослать к упомянутой книге Пчельникова, так как описание их заняло бы слишком много места.

[1] Эта операция отнимает сравнительно большое время только в первый раз после поимки цели прибором. Дальнейшее совмещение ведется уже непрерывно.



Дыхательный фермент „угольная ангидраза“

Проф. Е. М. Крепс

Красная жидкость, циркулирующая по сосудам нашего тела, в течение многих столетий привлекала внимание исследователей — естествоиспытателей и врачей. И несмотря на это, не проходит года, чтобы наши знания не обогащались новыми фактами, касающимися состава или функции крови, этой необычайной по сложности и замечательной по своим свойствам жидкости, которой на протяжении веков приписывали чудодейственную силу.

Общеизвестным является, что кровь состоит из жидкой части — бесцветной плазмы — и взвешенных в ней форменных элементов — красных и белых шариков и так называемых кровяных пластинок.

Из форменных элементов количественно преобладают красные шарики, или эритроциты, которых в 1 мм³ крови здорового человека содержится около 4—5 млн. Каждый „шарик“ представляет собой круглой формы пластинку, наружный слой или оболочка которой богата липоидами и обладает свойствами полупроницаемости. Это значит, что она хорошо проницаема для одних веществ и плохо или вовсе непроницаема для других.

Внутри эритроцитов содержится большое количество различных веществ, из которых многие не могут выходить в плазму, вследствие непроницаемости для них оболочки. Среди веществ, наполняющих красные шарики, на первом месте по количеству и по физиологическому значению стоит красный пигмент крови — гемоглобин. Именно гемоглобину кровь обязана своим насыщенным алым цветом.

В настоящее время мы хорошо изучили физиологическую роль гемоглобина и его замечательные химические и физические свойства. Недаром известный немецкий биохимик Вильштетер[1] считает гемоглобин, наряду с зеленым пигментом растений — хлорофиллом, — самым замечательным химическим телом, созданным природой.

Основная физиологическая роль гемоглобина состоит в транспорте кислорода от легких к тканям, где кислород освобождается из своего рыхлого соединения с гемоглобином. Тут кислород вступает в длинную цепь реакций, ведущих к окислению углеродистых соединений и дающих в итоге конечный продукт этих окислений — двуокись углерода (CO_2).

Химическая природа гемоглобина в настоящее время выяснена достаточно хорошо. Мы знаем хорошо, что огромная молекула гемоглобина (молекулярный вес — 68 000) представляет собой металло-органическое соединение, в котором белковая частица — глобин — связана с активной группой, так называемым гемом. В центре этой активной группы стоит атом железа.

Гемоглобин содержится в красных шариках всех позвоночных животных (рыб, земноводных, гадов, птиц, млекопитающих), но у каждого вида животных гемоглобин имеет свои характерные специфические свойства, отличные от свойств гемоглобина других видов. Эти отличия принадлежат белковой частице — глобину. Железосодержащая активная группа — гем — не обладает видовой специфичностью. Железо составляет 0,33% в молекуле гемоглобина, и каждый атом железа связывает одну молекулу кислорода. Вступая в связь с кислородом, гемоглобин превращается в оксигемоглобин, алый цвет которого характерен для артериальной крови. Более темный цвет веноз-

[1] После фашистского переворота Вильштетер, спасаясь от преследований, вынужден был бежать из Германии и нашел приют в Америке.

ной крови есть цвет восстановленного гемоглобина. В 100 $см^3$ крови здорового человека содержится 13—15 г гемоглобина.

Исследование крови на содержание в ней гемоглобина и красных шариков приобрело огромное значение в практической медицине. Целый ряд заболеваний сопровождается уменьшением в крови числа красных шариков и гемоглобина, т. е. состоянием так называемой анемии. Сюда относятся прежде всего заболевания самой крови и кроветворных органов — первичные анемии (хлороз, пернициозная анемия), а затем целый ряд вторичных анемий, развивающихся на почве инфекций (малярия, туберкулез), заражения глистами, внутренних кровотечений, злокачественных новообразований и т. д. Исследование крови у постели больного, изучение колебаний содержания в ней гемоглобина, красных и белых шариков, дают врачу ценнейшие указания в отношении хода патологического процесса и успешности предпринимаемых им лечебных воздействий. Особенно большое значение приобретает исследование крови в военное время, когда с поля битвы доставляются люди после больших кровопотерь. Первый долг врача состоит в том, чтобы помочь организму возможно быстрее восполнить потери в красных шариках, гемоглобине и других ценных составных частях крови и не дать раненому погибнуть от потери крови (переливание крови, соответствующие лекарственные и диэтические меры и т. д.).

Исследования последних нескольких лет показали, что в красных шариках, помимо гемоглобина, содержится еще два металлоорганических соединения, имеющих большое физиологическое значение. Оба открытия сделаны в лабораториях Кэмбриджского университета, центре английской физиологической школы.

В 1938 г. талантливый кэмбриджский биохимик Д. Кейлин [1] выделил из крови теплокровных животных кристаллы белкового соединения меди, которое он назвал г е м о к у п р е и н о м. Медь была впервые обнаружена в крови человека еще в 1849 г. Дешампом, но выделить из крови содержащее медь соединение и изучить его свойства удалось впервые Кейлину. Количество гемокупреина в красных шариках во много раз меньше, чем количество гемоглобина (приблизительно в 400—500 раз). Плазма крови также содержит это соединение меди, но в значительно меньших количествах.

[1] Кейлин — уроженец нашего Западного края — не мог в условиях царской России добиться приема в университет. Он эмигрировал за границу, учился во Франции, затем переехал в Англию, где выдвинулся благодаря своим замечательным исследованиям в области клеточного дыхания. В настоящее время он занимает кафедру в Кэмбриджском университете.

Мы еще не знаем хорошо, какую физиологическую функцию выполняет гемокупреин крови. Но, как выясняется из работ последнего времени, белковые соединения меди играют большую роль в клеточных окислительных процессах и в создании самого гемоглобина и других дыхательных пигментов.

Местом наибольшей концентрации меди в организме является печень. Кейлину удалось выделить из печени особое комплексное соединение меди с белком, очень близкое к выделенному из крови гемокупреину. Белковое соединение меди из печени получило название гепатокупреина. Возможно, что оно окажется тождественным с гемокупреином.

Изучение гемокупреина и его физиологической роли еще только начинается и не вышло пока еще за пределы исследовательских лабораторий.

В 1932 г. два молодых кэмбриджских физиолога — Мельдрум и Роутон — нашли в красных шариках позвоночных животных еще одно в высшей степени интересное тело. Как оказалось в дальнейшем, это тело принадлежит также к группе металлопротеинов, т. е. соединений белка с металлом. В данном случае этим металлом является цинк. История открытия этого соединения не лишена интереса и заслуживает короткого повествования.

Процесс выделения угольной кислоты из организма лет 10 назад представлялся нам в следующем виде. В результате клеточных окислительных процессов образуется двуокись углерода CO_2. Обладая высокой способностью к диффузии, CO_2 проникает в кровь, где связывается водой с образованием гидрата угольной кислоты H_2CO_3. Последняя реагирует с основаниями крови, прежде всего с натром, образуя бикарбонат натра — $NaHCO_3$, который диссоциирует на ионы Na и HCO_3 (главным донором натра служит восстановленный гемоглобин NaHb, отдающий свой натр угольной кислоте).

В виде ионов HCO_3 большая часть угольной кислоты переносится кровью к легким. В легких весь процесс протекает в обратном направлении. Здесь гемоглобин, окисляясь, превращается в оксигемоглобин, который представляет собой довольно сильную кислоту. Эта кислота отнимает от бикарбоната натра его основание, отдавая взамен атом водорода:

$$HHbO_2 + NaHCO_3 = H_2CO_3 + NaHbO_2$$

(оксигемоглобин бикарбонат угольная кислота натровая соль оксигемоглобина)

Угольная кислота — H_2CO_3 — распадается на CO_2 и H_2O. Молекулы CO_2 диффундируют через стенку легочных капилляров внутрь легочных альвеол и с выдыхаемым возду-

хом выносятся наружу. Все выглядело очень ясно и хорошо и не вызывало сомнений.

Между тем физико-химики, занимаясь кинетикой (т. е. изучением скорости) реакций, в которых участвует CO_2, установили, что тогда как большинство описанных реакций принадлежит к числу так называемых простых ионных реакций и протекает практически мгновенно (менее чем в $^1/_{1000}$ сек.), реакция гидратации и дегидратации угольной кислоты

$$CO_2 + H_2O \rightleftarrows H_2CO_3$$

есть реакция очень медленная, требующая многих секунд и даже минут для своего завершения.

Этот факт долго оставался незамеченным физиологами, пока маститый копенгагенский проф. Хенрикес не обратил внимания на это существенное противоречие. Действительно, кровь с большой скоростью протекает через легочные капилляры; каждая частица крови проводит в легких не более 1 сек., и за это время CO_2 должна выделиться из своего связанного состояния, проделать медленную реакцию $H_2CO_3 \rightarrow CO_2 + H_2O$ и продиффундировать в легочные альвеолы. По расчетам Хенрикеса выходило, что если теория правильна, то в легких может успеть выделиться не более 2% того количества CO_2, которое фактически выделяется во время акта дыхания. Это противоречие требовало разъяснения. Хенрикес приступил к экспериментам и нашел, что растворы бикарбонатов ведут себя вполне согласно теории, но прибавление к ним крови или раствора гемоглобина ускоряет реакцию освобождения CO_2 в сотни раз. Это было открытие большого научного интереса и значения. В объяснение его Хенрикес высказал догадку, что в крови должен находиться какой-то ускоритель, какой-то катализатор реакции $H_2CO_3 \rightleftarrows CO_2 + H_2O$. Сразу многие исследователи в Англии и в Дании взялись за разработку этой проблемы, и очень скоро Мельдрум и Роутон в Кэмбридже выделили из красных кровяных шариков особое вещество, являющееся мощным ускорителем этой реакции. Они показали, что это вещество обладает всеми свойствами ферментов, оно весьма чувствительно к температуре и действию ферментных ядов (цианиды, H_2S, соли тяжелых металлов и т. д.) и специфически ускоряет обе фазы реакции $H_2CO_3 \rightleftarrows CO_2 + H_2O$. Они дали этому ферменту название угольная ангидраза, по тому веществу — угольному ангидриду CO_2, на который данный фермент действует.

Позднее, в 1940 г., Кейлину удалось получить угольную ангидразу в еще более очищенном виде и показать, что фермент этот представляет собой соединение белковой частицы с активной, содержащей цинк, группой и что в молекуле угольной ангидразы цинк составляет 0.33%, т. е. содержится в той пропорции, что и Fe в молекуле гемоглобина и Cu в молекуле гемокупреина. Активность чистого препарата угольной ангидразы в 1500 раз превосходит активность красных шариков.

Физиологическое значение угольной ангидразы очень велико. Благодаря этому ферменту образующаяся в тканях CO_2, проникая в кровь, немедленно превращается в ионы HCO_3, не повышая напряжения CO_2 в крови, чем обеспечивается бесперебойная отдача CO_2 от клеток в кровь. С другой стороны, благодаря угольной ангидразе, кровь успевает при протекании через легкие выделить в выдыхаемый воздух всю образовавшуюся в организме CO_2. Даже при сильной мышечной работе, когда процессы окисления и образования CO_2 возрастают в десятки раз, отдача CO_2 в акте дыхания не становится трудной проблемой для организма, обладающего нормальной концентрацией угольной ангидразы в красных шариках крови.

Многочисленные исследования последних лет показали, что угольная ангидраза широко распространена в животном мире. Она содержится в эритроцитах крови всех позвоночных животных, причем у теплокровных ее больше, чем у холоднокровных, что стоит в связи с более интенсивным обменом веществ у теплокровных.

У беспозвоночных мы также находим угольную ангидразу, причем тоже всегда внутри кровяных телец и никогда в плазме. Есть группы животных, у которых кровь не содержит кровяных телец и дыхательный пигмент растворен прямо в плазме крови. Сюда относятся, например, ракообразные и головоногие моллюски (осьминоги). Кровь этих животных содержит в коллоидном растворе содержащий медь дыхательный пигмент—гемоцианин, но лишена угольной ангидразы. Возникал вопрос о том, как обеспечивается у этих высокоорганизованных и активных животных достаточно быстрая отдача CO_2 из организма. Оказалось, что угольная ангидраза у них также имеется, но не в крови, а в самой ткани жабр, в эпителиальных клетках, выстилающих жабры, через которые идет отдача CO_2 в окружающую среду.

Обращаясь снова к теплокровным животным, интересно отметить, что угольную ангидразу удалось обнаружить, помимо крови, еще в некоторых органах. Богаче всего содержание ее в слизистой оболочке желудка, именно в тех клетках ее, которые вырабатывают соляную кислоту желудочного сока. Оказалось, что угольная ангидраза имеет самое тесное отношение к механизму выработки желудочными клетками соляной кисло-

ты. Отравление угольной ангидразы специфическим ядом (сульфаниламином) прекращает выделение желудочного сока клетками слизистой оболочки желудка.

Значительное содержание угольной ангидразы обнаружено и в поджелудочной железе, где фермент этот принимает участие в образовании бикарбонатов. В растворе бикарбонатов выделяются пищеварительные ферменты поджелудочного сока (трипсин, липаза, амилаза). Вообще можно сказать, что высокие концентрации угольной ангидразы мы находим в тех тканях, где идет особенно энергичный газообмен, где образуется много CO_2. Интенсивно дышащая сетчатая оболочка глаза (ретина) рыб и птиц очень богата угольной ангидразой. В плавательном пузыре рыб находятся особые образования — красные тела, которые, повидимому, осуществляют функцию выделения кислорода внутрь плавательного пузыря. Эти красные тела (газовые железы) также весьма богаты угольной ангидразой. Согласно новейшим взглядам, деятельность этого фермента является существенным фактором в процессе выделения кислорода в плавательном пузыре рыб.

В яйцевых клетках птиц и других животных запасаются большие количества угольной ангидразы, которая расходуется в течение эмбриональной жизни до вылупления, до получения молодым организмом способности вырабатывать фермент.

В развивающемся курином яйце уже на 4-й день развития можно обнаружить угольную ангидразу во внутренней оболочке глаза, в крови же этот фермент отчетливо уловим лишь с 8-го дня (Погорельский). До конца эмбрионального развития содержание фермента в крови куриного зародыша нарастает, и к моменту вылупления из яйца в крови цыпленка содержание угольной ангидразы в три раза выше, чем в крови взрослых кур.

Интересные факты получил В. А. Погорельский, изучавший в лаборатории акад. Орбели развитие куриных зародышей в условиях пониженного давления кислорода. Оказывается, что у таких зародышей концентрация угольной ангидразы в крови в несколько раз выше, чем у контрольных зародышей, развивавшихся в условиях нормальной атмосферы. При этом только те зародыши показали более или менее нормальное развитие, у которых содержание угольной ангидразы в крови было так резко повышено. Те же зародыши, которые оказались не в состоянии дать такое повышенное содержание угольной ангидразы, развивались ненормально, уродливо и погибали на ранних стадиях развития, до вылупления из яйца. У них наблюдались незарощение брюшной стенки (эктопия), аномальное развитие конечностей, отставание в весе и т. п. Из опытов Погорельского можно сделать вывод, что угольная ангидраза играет существенную роль в приспособлении организма к условиям аноксии, т. е. недостаточного содержания кислорода в крови. Действие угольной ангидразы можно понять в свете современных представлений о влиянии угольной кислоты на средство гемоглобина к кислороду. Полученные Погорельским факты побудили заняться исследованием угольной ангидразы при различных заболеваниях, ведущих к развитию аноксии. Болезни сердца и сосудов, поражения дыхательного аппарата, заболевания крови и кроветворных органов, анемии — все эти страдания ведут к развитию большей или меньшей степени аноксии. В условиях военного времени особенно актуальным делается вопрос об острых кровопотерях после ранений и о различных осложнениях ран. Оказалось, что изучение угольной ангидразы у постели больного или раненого может дать чрезвычайно ценные сведения для врача и значительно дополнить и обогатить картину принятого до сих пор клинического лабораторного исследования.

Дело в том, что всякое ранение сопровождается большей или меньшей потерей крови и ведет к развитию временного малокровия, анемии. Организм стремится пополнить убыль красных шариков, гемоглобина и других составных частей крови. В течение известного промежутка времени происходит восстановление картины крови до нормы. Длительность этого периода зависит от тяжести ранения, величины кровопотери и от работы кроветворных органов тела.

Соответственно колеблется и содержание угольной ангидразы в крови, но эти колебания происходят гораздо быстрее, чем колебания количества красных шариков или гемоглобина, и не всегда параллельно им. Если течение раны идет благоприятно, то угольная ангидраза в крови достигает своего нормального содержания на много дней или даже недель раньше, чем приходит к норме картина красной крови или гемоглобина. При неблагоприятном течении процесса, наоборот, угольная ангидраза обнаруживает быстрое падение и этим дает тревожные сигналы врачу. В быстроте колебаний количества угольной ангидразы, в ее лабильности, в чувствительности ее реакций на изменение состояния организма заключается диагностическая ценность ее изучения.

Особенное значение в военное время приобретают всевозможные осложнения ран: инфицирование ран разными видами бактерий, в том числе возбудителями газовой гангрены, и развитие общего септического состояния.

Эти осложнения не только сильно затягивают процесс выздоровления, но часто угрожают самой жизни раненого. Чрезвычайно

важно иметь признаки, которые позволили бы рано уловить развивающееся осложнение, дабы своевременным лечебным вмешательством предупредить грозящую опасность. Тут-то и выступает огромное значение определения угольной ангидразы в крови больных и раненых. Указанные выше осложнения очень рано ведут к угнетению способности организма вырабатывать угольную ангидразу, количество ее в крови быстро падает и еще задолго до всяких изменений со стороны красных шариков или гемоглобина сигнализируют врачу о необходимости срочного вмешательства.

При переломе течения болезни в благоприятную сторону угольная ангидраза начинает быстро нарастать в крови и раньше других признаков может дать указания об успешности того или иного лечебного воздействия.

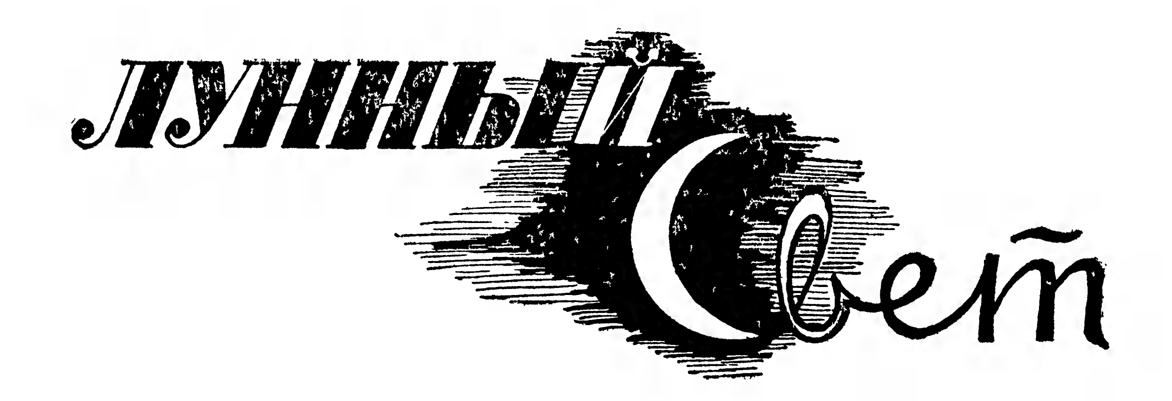
Эта высокая чувствительность угольной ангидразы, наряду с разработанной простой и быстрой техникой определения ее в одной капле крови, сделают изучение этого дыхательного фермента важным диагностическим методом в хирургической клинике и спасут жизнь многим тяжело раненым бойцам.

Трехмерные чертежи ускоряют производство самолетов

На авиационных заводах Дуглас в США широко применяются трехмерные чертежи, подобные изображенному на нашем рисунке. Как видно из рисунка, эти чертежи, действительно, дают чрезвычайно ясное представление об основных частях аэроплана и их взаимном сочетании.

Такого рода чертежи, снятые с подлинного самолета, помещаются перед рабочими, занятыми на сборочных линиях, так что каждый имеет перед глазами ясную картину своей части работы и того, как она включается в целое. По мнению руководителей завода, это простое мероприятие экономит время на чтение и разбор рабочих чертежей и значительно ускоряет планирование и руководство работой на сборочных линиях. Это особенно важно сейчас, когда переход заводов на массовый выпуск самолетов требует вовлечения в производство многих тысяч новых рабочих.

Popular Mechanics, сентябрь, 1941



Проф. В. В. Шаронов.

В сутолоке ярко освещенных городов, в селениях и на станциях, залитых электрическим светом, мы обычно не обращаем внимания на Луну и ее тусклый свет. Но вот грянула война. Опасность воздушного нападения заставила выключить все наружное освещение, и тут мы сразу вспомнили про лунное освещение, слабое по сравнению с ярким электрическим светом, но достаточно сильное в сравнении с мраком безлунной ночи. Если в темную ночь мы едва различаем силуэты близких предметов, то в полнолуние хорошо видны даже сравнительно мелкие детали окружающей панорамы, в ясную же погоду и далекие части ландшафта выступают вполне отчетливо. И если в местах, удаленных от фронта, Луне радуются как средству естественного освещения, помогающему передвигаться по затемненным улицам, то в прифронтовой полосе на нее смотрят с некоторой тревогой: заливая местность своим светом, Луна демаскирует затемненные города и селения и тем помогает коварному врагу в его разбойничьих воздушных набегах на мирное население нашей страны.

Намечая ночную боевую операцию — поиск, разведку или атаку,—командир обычно справляется в календаре, будет ли светить Луна или нет, потому что лунное освещение мешает одним операциям и способствует другим. Так, лунный свет, которым в мирное время интересуются разве только влюбленные и поэты, в военное время становится важным фактором, который необходимо принимать в расчет при ночных действиях на суше, на море и в воздухе.

В отличие от дневного освещения, правильно повторяющегося изо дня в день, лунный свет очень изменчив. Луна то появляется с самого начала вечера в виде круглого светлого диска и светит всю ночь напролет, то превращается в узенький светлый коготок, который тускло светит короткое время с вечера или под утро, то совсем скрывается, и тогда ночь бывает сплошь темной.

Эти перемены формы и света Луны известны под названием „лунных фаз“. Напомним читателю их течение.

Каждый месяц бывает такой день, когда Луна на небе совсем не появляется. Этот день называется „новолунием“. На следующий день, или, вернее, дня через 2—3, Луну можно найти рано вечером, вскоре после заката Солнца. Она бледно выступает на фоне вечерней зари в виде тоненькой светлой дужки, похожей на согнутую медную проволочку. Не давая заметного света, она заходит еще до окончания сумерек.

Начиная с этого времени, Луна появляется каждый вечер. С каждым днем она становится больше, дает больше света, заходит позже, и солнечный закат застает ее все выше над горизонтом.

Лунные фазы принято характеризовать „возрастом Луны“. Под этим словом понимается время, прошедшее от последнего новолуния. В возрасте 4—5 дней Луна принимает форму, напоминающую серп, и вполне ощутительно освещает вечера. В возрасте 7 дней она имеет форму полукруга, после чего ее левый край — так называемый „терминатор“, отделяющий светлую часть Луны от темной, становится выпуклым, что придает Луне несколько одутловатую внешность. На 14—15-й день Луна превращается в правильный круг, или, как принято говорить, становится „полной“. Наступает фаза Луны, называемая „полнолунием“. В это время лунный свет наиболее ярок, к тому же Луна видна на небосклоне всю ночь, начиная с вечера и до самого утра. Однако уже на 15—16-й день у нее появляется „ущерб“, некоторая убыль, но на этот раз с правой стороны. Вместе с тем, Луна начинает восходить не с вечера, а позже, так что вечера при убывающей или „старой“ Луне становятся темными. Зато она остается на небе до самого восхода Солнца, освещая предрассветные часы ночи.

Постепенно убывая, Луна на 22-й день

опять превращается в полукруг, но повернутый в другую сторону (горбиком влево). Затем она опять проходит форму серпа, который с каждым днем становится все уже и восходит все ближе к рассвету. На 27—28-й день он уже пропадает в лучах утренней зари, а на 29-й день наступает очередное новолуние.

Возраст (дни)	Вид	Свет (полнолуние принято=1000)	Возраст (дни)	Вид	Свет (полнолуние принято=1000)
1		1	15		1000
2		5	16		772
3		13	17		580
4		28	18		424
5		52	19		308
6		84	20		228
7		136	21		164
8		200	22		112
9		276	23		76
10		364	24		48
11		476	25		29
12		612	26		14
13		788	27		6
14		1000	28		1

Таким образом, время, в течение которого Луна проходит весь цикл своих видимых превращений, составляет около 29 дней. Этот промежуток времени в астрономии называется термином „синодический месяц“. Его точная продолжительность составляет 29 дней 12 часов 44 минуты 2,9 секунды.

Наши календарные месяцы пошли от этого лунного цикла. В давно прошедшие времена у людей не было тех настольных и отрывных календарей, которыми пользуемся мы. Между тем потребность отличать и обозначать дни и даты существовала и тогда: нужно было уславливаться относительно начала общих работ, назначать праздники, походы и т. п. В странах юго-востока, например, в Малой Азии и в Месопотамии, небо часто бывает безоблачным, а потому Луну можно наблюдать почти ежедневно, и, следовательно, каждому легко следить за ходом ее фаз. Каждый день характеризуется своей фазой, и потому различные общественные начинания удобно приурочивать к определенным фазам Луны, которая, таким образом, выполняла роль небесного календаря.

Наиболее древние календарные системы (например, еврейский календарь) считают года по Солнцу, а месяцы — по Луне. Однако арифметически это неудобно, так как в солнечный год помещается не целое число лунных месяцев, а 12 месяцев и 11 дней. Поэтому в дальнейшем, когда, в связи с распространением письменности и счета, применение Луны в качестве календаря стало излишним, то от лунных месяцев отказались. Египетский астроном Созиген, живший при императоре Юлии Цезаре, разработал календарь, весьма близкий к современному (так называемый „юлианский“ календарь, или „старый стиль“). В нем год был разделен на 12 произвольных месяцев по 30 и 31 дню, и, следовательно, связь с Луной была утрачена. Поэтому теперь узнать фазу Луны на какой-нибудь день можно, только заглянув в специальный астрономический календарь. Здесь мы приводим таблицу новолуний и полнолуний для 1942 г.

Фазы Луны на 1942 г.

Полнолуния		Новолуния	
Январь	2	Январь	16
Февраль	1	Февраль	15
Март	3	Март	16
Апрель	1	Апрель	15
Апрель	30	Май	15
Май	30	Июнь	13
Июнь	28	Июль	13
Июль	27	Август	12
Август	26	Сентябрь	10
Сентябрь	24	Октябрь	10
Октябрь	24	Ноябрь	8
Ноябрь	22	Декабрь	8
Декабрь	22		

Причина видимых изменений лунного диска очень проста и известна давно. Лунный свет представляет собой лишь отражение солнечных лучей от каменистой поверхности нашего спутника. Но Солнце освещает только одну половину шарообразного тела Луны. Другая его половина остается неосвещенной и темной, и ее на фоне ночного неба не видно. При движении Луны вокруг Земли к нам оборачиваются различные доли освещенного и темного полушарий. Так, в полнолуние все видимое с Земли полушарие освещено, а в новолуние оно целиком погружено во мрак, и потому Луна невидима. Промежуточные формы светлой части диска легко воспроизвести, если поворачивать перед собой шар, одна половина которого

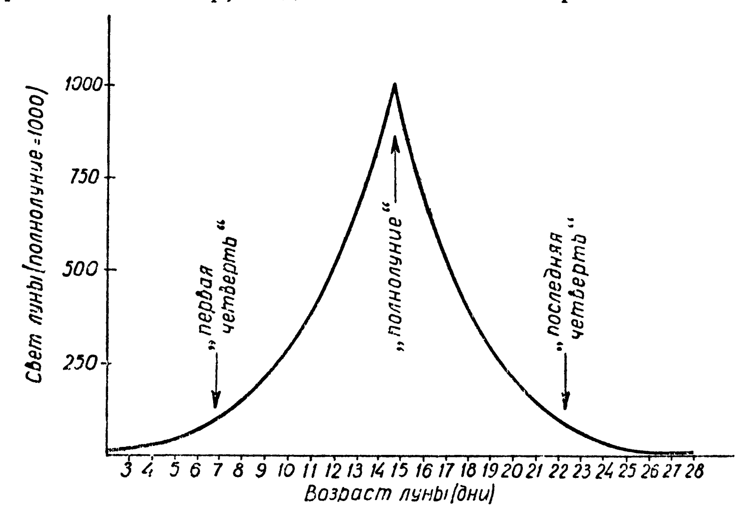


Рис. 2

выкрашена в белый цвет, а другая—в черный.

Иногда, а именно при достаточно узком серпе, удается увидеть и неосвещенную часть лунного шара. Она слабо выделяется на фоне неба, благодаря тусклому освещению (так называемый „пепельный свет" на темной части Луны). Это освещение создается там Землей, которая тоже отражает лучи Солнца и потому светит на Луну подобно тому, как Луна светит нам. При этом Земля оказывается отражателем гораздо лучшего качества: специальными исследованиями найдено, что она возвращает в мировое пространство около 0.5 падающего на нее света, в то время как Луна отражает всего 1% из попавших на нее лучей. К тому же Земля значительно превосходит Луну и по размерам.

В результате оказывается, что ночи на Луне, освещенные „полной Землей", раз в 50 светлее самых светлых лунных ночей у нас.

Лунное освещение во многом подобно солнечному. Луна проходит по небу такой же видимый путь, как и Солнце в тот или иной сезон. Поэтому ее лучи падают на земную поверхность и различные предметы под такими же углами, как и лучи Солнца. Подобно солнечному свету, свет Луны попадает на землю не только в виде прямых лучей, но и в форме рассеянного освещения от небесного свода, озаренного светилом. Отношение света неба к полному освещению от светила и неба вместе, а значит и в единицах теней при Луне такие же, как и при Солнце. Распределение яркости по небу, расположение теней, соотношение между освещением различно расположенных и наклоненных предметов — все это при лунном освещении такое же, как и при дневном. Разница лишь в силе освещения. Многочисленные измерения показывают, что свет полной Луны слабее солнечного в 468 000 раз. Значит, в полнолуние и яркость неба, и освещение любого предмета и общая яркость ландшафта во столько же раз меньше, чем днем, когда Солнце находится на месте Луны и условия погоды одинаковы.

С удалением от полнолуния, лунный свет быстро ослабевает. Уже через 3 дня он становится в 2 раза меньше, через 4 дня убывает втрое, а за 7 дней до и 7 дней после полнолуния, когда освещена ровно половина лунного диска, свет Луны составляет всего $^1/_{10}$ от света ее в полнолуние. Происходит это от того, что с удалением от полнолуния убывает не только площадь видимого диска, но и его средняя яркость.

Изменения света Луны с возрастом даны на нашей таблице, а в графической форме представлены в рис. 2.

Замечательно, что кривая изменения лунного света до и после полнолуния несколько несимметрична: оказывается, что „молодая" Луна дает на 20% больше света, чем „старая" той же формы. Происходит это от того, что темные пятна на лунном лике распределены неравномерно: в левой половине диска их значительно больше, чем в правой. Оттого и старая Луна, повернутая горбиком влево, дает меньше света, чем молодая.

В технике силу освещения выражают в особых мерах, в люксах. Один люкс — это та освещенность, которую дает нормальная свеча на расстоянии в один метр. Дневная освещенность составляет 20 000 — 50 000 люксов и может доходить до 100 000 люксов. Сразу после заката Солнца освещенность бывает около 500 — 1000 люксов, а в светлую „белую" ночь — около 1 люкса. Электрическое освещение в комнатах чаще всего дает освещенности в пределах от 100 — 300 люксов (на столе, под яркой лампой) до 1 — 5 люксов (в темных углах).

Лунный свет значительно слабее, чем в

перечисленных случаях. При самых благоприятных условиях, а именно когда полная Луна стоит высоко в небе, а воздух очень чист и прозрачен, лунное освещение может доходить до $^1/_4$ люкса. Обычно же оно бывает меньше, и в среднем освещенность при полной Луне можно считать близкой к $^1/_{10}$ люкса. При облачной погоде мы тоже получаем лунный свет, но уже только в виде рассеянного освещения, пропущенного облаками. В этом случае освещенность ослабляется в несколько раз.

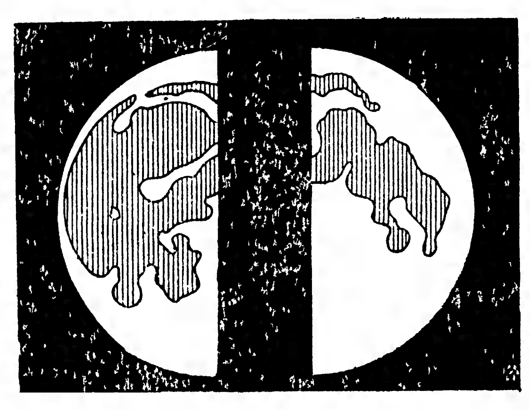


Рис. 3

Лунный свет отличается от солнечного не только своей силой, но и цветом. Горные породы, покрывающие поверхность Луны, имеют желтоватую окраску, а потому солнечные лучи, отразившись от них, становятся заметно желтее. Это заключение, на первый взгляд, кажется странным: освещенный Луной снежный ландшафт всегда выглядит серебристо-серым, даже голубоватым, и уж, конечно, никто не согласится назвать его желтым. Но здесь дело заключается в особенностях глаза, который оценивает цвета при ярком и слабом свете по-разному.

Наше зрение способно различать цвета только при достаточно ярком освещении. При слабом свете, например, в сумерки или ночью, окраска предметов для нас пропадает, хотя градации светлого и темного мы еще отчетливо распознаем. Поэтому слабо освещенный ландшафт мы всегда воспринимаем серым, как на фотографическом отпечатке.

Самый диск Луны очень ярок: освещенная солнцем лунная поверхность имеет такую же яркость, как кусочек земного ландшафта днем. Поэтому, глядя на Луну, мы распознаем и ее окраску. Это особенно удобно делать в сумерки, когда цвет Луны легко сравнивается с цветом еще достаточно яркого неба и земных предметов. Тут желтоватая окраска нашего спутника сразу бросается в глаза.

Яркость озаренной Луной местности, как было объяснено выше, в миллионы раз меньше, чем днем, а при таком слабом свете цвета глазом уже не воспринимаются. Глаз различает только свет и тень, а потому весь ландшафт кажется залитым бесцветно серым или слегка голубоватым светом. Этим физиологическим эффектом и объясняется цветовой парадокс, состоящий в том, что от желтой Луны исходит голубой свет.

Отметим еще одно цветовое явление, связанное с Луной. Днем Луна выглядит на небе чисто белым пятнышком, без всякого желтого оттенка. Тут проявляется действие синего фона неба. Накладываясь на желтоватый диск Луны, голубой свет неба его „подсинивает“, в результате чего получается чисто белая окраска.



ИЗОБРЕТЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТЕЛЕГРАФА

М. И. Радовский

Проблема передачи сообщений на расстоянии возникла на ранних этапах культуры. Над этой проблемой изобретательская мысль интенсивно работала еще в древности. История техники знает немало остроумных предложений, которые и в тех материальных условиях в известной мере справлялись с этой важнейшей задачей.

На протяжении веков задача эта решалась при помощи той или иной системы сигнализации. Наиболее совершенным средством явился оптический телеграф, изобретенный в конце XVIII в. Однако и этот наиболее совершенный способ сигнализации, сам по себе сложный и громоздкий и в то же время весьма дорогой в эксплоатации, не мог удовлетворить все усиливавшуюся потребность практики в срочной и надежной связи.

Небывалый рост производительных сил, которым сопровождался промышленный переворот конца XVIII и начала XIX в., выдвигал проблему связи как одну из самых актуальных. Наиболее остро потребность в связи ощущалась в военном деле. Если вспомнить, что конец XVIII и начало XIX в. отмечены в истории почти непрерывными войнами, в которые были втянуты все страны Европы, то станут понятными напряженные искания изобретателей в этом направлении.

Все известные тогда способы передачи сообщений могли только в ничтожной степени разрешить возникшую задачу. Проблема была разрешена лишь тогда, когда изобретательская мысль обратилась к использованию для этой цели электрического тока.

Мысль воспользоваться электричеством для целей связи возникла еще в XVIII в., когда исследователи начали изучать явление передачи электрических зарядов по проводникам. В самом деле, если электрический заряд можно передать на большое расстояние, а экспериментаторы, занимавшиеся такими опытами, тотчас же обнаружили, что скорость передачи электрических зарядов исключительно большая, то заряд этот можно заставить выполнить определенное действие. Изобретатели над этим задумывались уже в 50-х гг. XVIII в., т. е. всего через несколько лет после знаменитых опытов французского ученого Лемонье, которому удалось передавать электрические заряды по проволокам значительной длины (2 км).

Как и все другие попытки практического использования электрической энергии на базе электростатики, опыты с электростатическими зарядами не принесли желанных результатов и в области сигнализации. Но изыскания эти не могут не быть учтены при рассмотрении вопроса о возникновении электрического телеграфа. Истоки этого важнейшего вида связи, совершившего невиданный переворот в средствах сообщения, восходят к начальным этапам изучения явления электрической проводимости. Сохранилось немало сведений о целом ряде попыток многих изобретателей создать проволочную связь.

Принято считать, что первый шаг в этом направлении принадлежит англичанину Чарльзу Маршаллу. В т. XV журнала „Магазин Скотта" опубликовано его письмо, датированное 1 февраля 1753 г. Письмо это является весьма важным документом, содержащим ценнейший материал по вопросу о зарождении электрической телеграфии. Вот что писал Маршалл: „Представим себе две местности, соединенные между собою столькими проволоками, сколько букв в алфавите, на расстоянии 1 дюйма одна от другой. Проволоки эти должны быть прикреплены к столбикам, отдаленным друг от друга на 20 ярдов, посредством стекла или смолистой замазки, чтобы они не имели сообщения с землей и чтобы не рвались от собственной тяжести. На расстоянии 6 дюймов от концов проволоки эти прикреплены к стеклянным стойкам; концы остаются свободными. Они дол-

жны быть достаточно упругими, чтобы после каждого прикосновения к кондуктору электрической машины, находящемуся на 1 дюйм ниже проволоки, приходить в начальное положение. Вблизи стеклянных стоек от каждой проволоки висят на проводящей нитке шарики, под которыми на расстоянии $^1/_8$—$^1/_6$ дюйма положены буквы, написанные на бумажках или на каком-либо другом веществе, достаточно легком, чтобы быть притянутым к наэлектризованному шарику; при этом следует обратить внимание, чтобы каждая бумажка после притяжения, попадала обратно на свое место. Приводя затем в движение электрическую машину и желая передать, например, слово „*Sir*", я нажимаю с помощью стеклянной палочки проволоку *S*, чтобы привести ее в соприкосновение с кондуктором, и таким же образом поступаю с проволоками *J* и *R*. В то же мгновенье мой корреспондент на другой станции видит, как у него в той же последовательности буквы поднимаются к электрическим шарикам. Я продолжаю передавать, а мой корреспондент записывает буквы в той очереди, в какой они поднимаются".

Из письма Маршалла видно, что изобретатель много думал над своим предложением, стараясь создать наиболее удобный способ телеграфирования. Вслед за Маршаллом многие другие изобретатели работали над этой же задачей. Некоторые из них добились значительного упрощения в системе телеграфирования: вместо множества проволок применялась только одна. Однако и в самом усовершенствованном виде телеграфирование при помощи электростатических зарядов оставалось весьма громоздким и, что главное, мало эффективным в смысле практического его использования.

Для создания электрического телеграфа, как удобного и надежного средства связи, каким он впоследствии оказался, наука должна была еще обогатиться двумя исключительно важными открытиями. Это было открытие более мощного источника электрической энергии—электрохимического генератора и открытие магнитного поля электрического тока. Только с возникновением учения об электромагнетизме появилась реальная возможность использования электрической энергии для целей связи. История современного электрического телеграфа и начинается с того момента, когда явление, наблюденное Эрстедтом—отклонение магнитной стрелки проходящим вблизи нее электрическим током,—стало предметом глубокого изучения.

Автором идеи электромагнитного телеграфа является создатель электродинамики Андрэ-Мари Ампер, один из первых исследователей в области электромагнетизма. Мысль эта была им высказана, как только он начал повторять опыты Эрстедта. После открытия Вольта и последовавшего за ним опубликования наблюдения Эрстедта, которое тотчас же стало достоянием ученого мира, была окончательно расчищена почва для электрического телеграфа.

Но и в течение тех двадцати лет, которые отделяют наблюдения Эрстедта от открытия электрического тока, генерируемого электрохимическим генератором, изобретательская мысль напряженно пыталась найти способ использовать новое достижение в области электричества для целей телеграфирования. Это были опыты с так называемым электрохимическим телеграфом. Его создателем является немецкий ученый Самуэль Томас Земмеринг (1755—1830).

Видный анатом и физиолог, Земмеринг, как и многие ученые естественники, заинтересовался учением об электричестве после того, как были опубликованы исследования Гальвани и Вольта, заложившие начало электрофизиологии. В 1805 г. Земмеринг был приглашен занять в Петербургской Академии Наук кафедру физиологии вместо умершего Каспара Фридриха Вольфа, но этому помешало избрание Земмеринга в члены Мюнхенской Академии Наук.

Весной 1809 г. вспыхнула война между Австрией и Францией. В поражении Австрии немаловажную роль сыграло то обстоятельство, что Наполеон при помощи оптического телеграфа тотчас же узнал о внезапном вторжении австрийских войск в Баварию и встретил их гораздо раньше, чем этого можно было ожидать. Исключительное значение телеграфа проявилось наиболее ярко.

В июле месяце того же года наиболее активный член Баварского правительства Монжела обратился к Земмерингу, как виднейшему академику, с предложением, чтобы Академия занялась телеграфом. Речь, видимо, шла об оптическом телеграфе, но Земмеринг пошел по иному пути. Занятия электричеством сыграли в этом отношении решающую роль; немецкий ученый пытался решить поставленную задачу, используя химические свойства электрического тока.

Из дошедших до нас документов видно, как упорно работал Земмеринг над своей задачей. Беседа Земмеринга с Монжела состоялась 5 июля, а 8 июля Земмеринг записывает в своем дневнике: „Не мог отдохнуть, пока не осуществил мысль об устройстве электрического телеграфа посредством образования газов... производил первые опыты применения вольтова столба к телеграфу, именно передачей букв возбуждением газов".

Через две недели, 22 июля, Земмеринг уже сконструировал свой первый аппарат. 6 августа с помощью этого аппарата он телеграфировал на расстоянии 362 фута, а через три дня—на расстоянии 1500 футов. 28 ав-

густа 1809 г. Земмеринг демонстрировал свой аппарат на заседании Мюнхенской Академии Наук.

Способ телеграфирования Земмеринга состоял в следующем: передающее и приемное устройства были соединены 35 проволоками. Каждая проволока имела свое назначение: она соответствовала определенной букве алфавита или знаку препинания. Все проволоки на приемном пункте опускались в сосуд со слабым раствором серной кислоты. Для передачи какого-нибудь знака две проволоки соединялись с электродами батареи, вследствие чего на противоположном конце вода разлагалась на свои составные части и на концах проволок выявлялись газы: на одной кислород, а на другой водород, причем последнего выделялось в два раза больше, чем первого. Было условлено, что передающим знаком является тот, который соответствует проволоке, на которой появляется водород.

Такая система телеграфирования, в смысле удобства передачи сообщений, не очень выгодно отличалась от электростатического телеграфа. Все же опыты Земмеринга не замедлили обратить на себя внимание далеко за пределами Баварии. Известно, что в том же 1809 г. Наполеон заинтересовался новым способом передачи сообщений; аппараты Земмеринга демонстрировались в Вене, Женеве, Петербурге и др. городах, но дальше лабораторных опытов дело не пошло.

Тем не менее опыты Земмеринга сыграли определенную роль в истории электрической телеграфии. Они будили творческую мысль изобретателей и побуждали их искать способов использовать электрический ток для передачи сообщений на расстояние. В то же время исследования мюнхенского академика тесно связаны с изысканиями Павла Львовича Шиллинга (1786 — 1837), признанного отцом электромагнитного телеграфа.

В то время, когда Земмеринг производил свои опыты, Шиллинг служил в русском посольстве в Мюнхене и еще с 1805 г. был знаком с Земмерингом. Близкое знакомство с изобретателем электрохимического телеграфа побудило Шиллинга самого предпринять изыскания в этой области. Из немногих дошедших до нас данных об опытах Шиллинга видно, что он ставил перед собою гораздо более широкие цели, чем применение электрического тока для целей связи. Известно, что Шиллинг является одним из пионеров в области применения электричества в взрывном деле. Еще в 1812 г. он производил на Неве успешные опыты взрывания мин при помощи электрического тока. Такие же опыты были произведены им и на Сене в 1814 г., когда русские войска вступили в Париж.

Первые шаги Шиллинга в области телеграфии были сделаны в том же направлении, что и изыскания Земмеринга. Но уже в 1815 г. Шиллинг, по имеющимся указаниям, ознакомился с наблюдением Романнези. Ему, следовательно, уже тогда было известно, что магнитная стрелка отклоняется под влиянием проходящего вблизи электрического тока, — явление, лежащее в основе электромагнитного телеграфа. В литературе не установлено, когда именно Шиллинг напал на свою идею, получившую техническое воплощение в 1832 г. До этого времени он был занят работой на политическом поприще, которую он успешно совмещал с занятиями в области востоковедения; известно, например, его путешествие в Монголию, завершившееся обогащением русской ориентологии чрезвычайно важным собранием ценнейших памятников, хранящихся ныне в Институте Востоковедения Академии Наук СССР.

Интенсивные работы Шиллинга над изобретением электрического телеграфа начались в конце 1832 г. Как уже указывалось, мысль о возможности использования отклонения магнитной стрелки проходящим вблизи нее электрическим током пришла в голову Амперу, как только он занялся повторением опытов Эрстедта. Однако нельзя считать Ампера изобретателем электромагнитного телеграфа: он даже не пытался воплотить свою идею в техническую конструкцию. Первый, кто поставил перед собой эту задачу и добился удовлетворительных результатов, был Шиллинг.

В работе над телеграфом Шиллингу значительную помощь оказали его предшествующие опыты по взрыванию мин током. В связи с этими опытами изобретатель много занимался передачей электрического тока по проводам на сравнительно большие расстояния.

Одной из важнейших задач, которая встала перед исследователем, была надежная изоляция проводника. Над этой проблемой Шиллинг работал в течение многих лет. Как и почти все другие исследователи, работавшие над вопросами телеграфии, Шиллинг вначале пользовался подземным кабелем. Провод помещался в стеклянных трубках, соединенных резиновыми муфтами. Места соединения тщательно обмазывались особым составом. В трубках помещалось необходимое количество медных проволок, изолированных обмоткой из бумажной пряжи.

Устроенный таким образом провод соединял передаточный и приемный аппараты. Передаточный аппарат устроен в виде клавиатуры, имеющей 16 клавиш. Приемный аппарат состоит из шести мультипликаторов, каждый из которых снабжен стрелкой; последняя соединена с бумажным диском, имеющим на одной стороне черный, а на

другой белый цвет. Из 16 клавишей 12 были соединены с мультипликаторами,[1] две с вызывным прибором, а остальные две служили для обратного прохождения тока к его источнику. Для передачи какого-либо знака, необходимо нажать соответствующую клавишу: этим самым ток замыкается, и в приемном аппарате получится определенное сочетание черных и белых дисков, соответствующих буквам алфавита и цифрам.

Приемный аппарат был снабжен особым вызывным прибором, который состоял из пружинного часового механизма с колокольчиком. Для того, чтобы колокольчик зазвенел, необходимо нажать соответствующую клавишу, соединенную с мультипликатором вызывного прибора. При прохождении тока через мультипликатор, стрелка последнего отклоняется от своего нормального положения и этим самым освобождает механизм от задержки.

Шиллинг много работал над упрощением своей конструкции и добился того, что его аппарат работал при одном только мультипликаторе. Результаты, полученные Шиллингом, были весьма удовлетворительными: его телеграф оказался вполне действенным на практике.

Первая телеграфная линия, которую соорудил Шиллинг, соединяла Зимний дворец с министерством путей сообщения. Испытания ее были довольно успешны, и изобретатель задался большими целями. В 1837 г. ему было поручено соединить телеграфной линией Петербург с Кронштадтом. Это была поистине грандиозная задача, если вспомнить, что никакого опыта строительства телеграфных линий еще не было. Кроме того, линию надо было прокладывать не только по суше, но и под водой. Шиллинг деятельно принялся за выполнение поставленной перед ним задачи, но в самом разгаре подготовительных работ он умер (6 августа 1837 г.).

Как и многие достижения русских изобретателей, телеграф Шиллинга в широкую практику вошел не как изобретение, сделанное в России. Стрельчатый телеграф, как называли впоследствии аппараты, предложенные Шиллингом, стали связывать с именами Кука и Уитстона. Вопрос об изобретении стрельчатого телеграфа давно уже в литературе решен, главным образом, работами русского академика И. Гаммеля, на глазах которого электрический телеграф возник и развивался.

В 1835 г. Шиллинг принимал участие в съезде немецких естествоиспытателей и врачей, происходившем в г. Бонне и демонстрировал там свой телеграфный аппарат. Изобретение Шиллинга необычайно заинтересовало участников съезда, а председатель съезда, известный немецкий физик проф. В. Мунке, заказал себе такой аппарат для демонстрации его на своих лекциях в г. Гейдельберге. На одной из лекций Мунке, на которой демонстрировался телеграф Шиллинга, присутствовал проживавший тогда в Бонне англичанин В. Кук, которого привел на лекцию его соотечественник, студент Гейдельбергского университета. Кук сразу же оценил, какое важное значение может иметь это изобретение у него на родине, где в это время началось строительство железных дорог. Он тотчас же поручил изготовить для него такой аппарат и уехал в Англию. Не имея, однако, никакой подготовки в области физики, он понял, что ему трудно будет осуществить свою идею, и обратился к физикам, между прочим и к Фарадею, с предложением предпринять совместные опыты. На предложение Кука согласился Чарльз Уитстон, обогативший впоследствии электротехнику выдающимися изобретениями. Между Куком и Уитстоном было заключено соглашение, и они совместно принялись за усовершенствование и практическое внедрение электрического телеграфа. В конце 1837 г. они получили патент на „усовершенствование в передаче знаков". Название патента было совершенно справедливым: ни Кук, ни Уитстон не претендовали на звание изобретателей электрического телеграфа, а только на усовершенствование его. При этом ни тот, ни другой не знали, кто именно является изобретателем столь важного технического новшества. Кук был убежден, что Мунке, на лекции которого он впервые увидел телеграфный аппарат, и является его изобретателем. Кук так и говорил: „Телеграф Мунке", или „Гейдельбергский телеграф".

Необходимо отметить, что Кук и Уитстон значительно усовершенствовали стрельчатый телеграф. Изыскания этих англичан, представляют собою определенную веху в истории телеграфии. Именно Уитстону принадлежит мысль о применении местных батарей, что сделало практически возможным телеграфирование на далекие расстояния; с именем Уитстона также справедливо связывается введение в практику телеграфирования реле. Уитстону же принадлежит изобретение так называемого телеграфа с циферблатом, основанного на том, что при помощи размыкания и замыкания тока в цепи можно приводить в движение особый указатель и останавливать его против желаемого знака циферблата. Над таким телеграфом много работали изобретатели различных стран, в том числе такие выдающиеся пионеры электротехники, как Якоби, Сименс, Бреге, Дюмонсель и др.

---

[1] Мультипликатор — прибор, изобретенный Швейгером в 1820 г. и служащий для усиления действия тока на магнитную стрелку. Состоит из катушки с большим числом витков, внутри которой помещается стрелка.

Телеграф с циферблатом имел несомненные преимущества перед стрельчатым телеграфом. Однако он должен был уступить место еще более совершенному способу телеграфирования — пишущему телеграфу, изобретенному американцем Самуэлем Морзе.

Всеобщее распространение электрической телеграфии и начинается с введением в практику аппаратов Морзе.

История этого изобретения весьма поучительна. Морзе, по профессии живописец, к физике и тем более к электротехнике прямого отношения не имел. Вопросами телеграфии он занялся, ознакомившись во время поездки по Европе, вернее уже на пути в Америку, с открытиями и изобретениями в области электричества. На том же судне, на котором возвращался на родину Морзе, находился доктор Джаксон, изучавший в Европе специально вопросы электромагнетизма. Джаксон посвятил Морзе в изучаемые вопросы и показал ему экспериментальное оборудование, которое он закупил в Париже. Во время этих бесед Джаксон, говоря о вероятных практических приложениях электромагнетизма, указал на возможность использования этого достижения естествознания в деле передачи сообщений на расстояние. Заметки об этих беседах Джаксон занес в свою записную книжку; на них ссылается академик И. Гаммель в своем „Историческом очерке электрических телеграфов“ (стр. 35, СПБ, 1886). С этого времени — поездка относится к осени 1832 г. — Морзе начал думать над своим телеграфом.

Прошло не менее пяти лет, пока Морзе удалось построить свой первый аппарат, посредством которого ему удалось осуществить передачу следующего сообщения: „Удачный опыт над телеграфом сентябрь 4 1837“. Но это еще не был тот пишущий аппарат Морзе, который впоследствии завоевал весь мир. Вначале Морзе в передачах пользовался цифрами, и первая его передача состояла из чисел: 214, 36, 2, 58, 112, 04, 01837. В соответствии с составленным Морзе кодом, цифры эти обозначали текст приведенной выше первой депеши.

Это, правда, не мешало Морзе в его притязаниях на приоритет в области электромагнитного телеграфа ссылаться впоследствии на свою передачу. Как мы видели, за 5 лет до того Шиллинг устроил вполне действующую телеграфную линию. Более того, первая телеграфная передача Морзе была сделана через месяц после смерти Шиллинга, оборвавшей подготовленную им к постройке телеграфную линию Кронштадт—Петербург.

Но как ни несостоятельны притязания Морзе на приоритет в деле изобретения электромагнитного телеграфа, его заслуги в истории телеграфии огромны: введение пишущего телеграфа в мировую практику принадлежит именно ему.

В истории телеграфии известны и другие изобретатели, которые работали над этим вопросом. Но именно Морзе предложил наиболее удобный способ пишущего телеграфа. Уже в 1840 г. Морзе начал телеграфировать не зигзагами, как в первой своей передаче, а точками и тире, составляющими и поныне употребляемую азбуку Морзе.

Аппарат Морзе представлял собою деревянную квадратную раму с двумя внутренними поперечниками, расположенными одна на середине рамы, а другая на четверти от ее основания. Нижняя поперечина была двойная и несла на себе рулон бумажной ленты и натяжной валик, через который лента протягивалась с помощью гиревого (часового) механизма. Поверх лентопротяжного валика находилось острие карандашика, укрепленного на конце маятника, к середине оси которого была прикреплена железная пластинка. Против этой железной пластинки, на средней перекладинке находится электромагнит. В обмотку этого электромагнита включался ток, который проходил через проволочную линию с ее противоположного конца, где была установлена батарея гальванических элементов и рычажный выключатель, так называемый ключ Морзе. Когда ключ Морзе был разомкнут, в линию не посылался ток и, следовательно, сердечник электромагнита приемного аппарата Морзе не намагничивался, и маятник оставался в строго вертикальном положении, благодаря чему карандаш оставлял след в виде прямой линии на бумажной ленте, притягиваемой в это время гиревым механизмом. В момент же замыкания ключа Морзе, карандаш давал излом линии, чем и осуществлялась регистрация сигнала на расстоянии.

В дальнейшем Морзе усовершенствовал свой аппарат, предложив почти такую конструкцию, какую имеют и современные нам телеграфные аппараты. Необходимо также отметить, что Морзе не ограничился изобретением только оконечного телеграфного аппарата. В заявке от 20 июня 1840 г. наряду с оконечными аппаратами он запатентовал изобретенную им телеграфную трансляцию и устройство для автоматической посылки телеграфных сигналов предложенным им кодом.

Казань, ул. Баумана, д. 19. Дом печати.

Ответственный редактор чл.-корр. АН СССР | Н. Л. Мещеряков |

ПФ 3252 Объем 5 печ. л., 7,5 уч.-изд. л. Тираж 20000 экз. Подписано к печати 11. VII. 1942

Татполиграф НКМП ТАССР. Казань, ул. Миславского, 9. Зак. 153